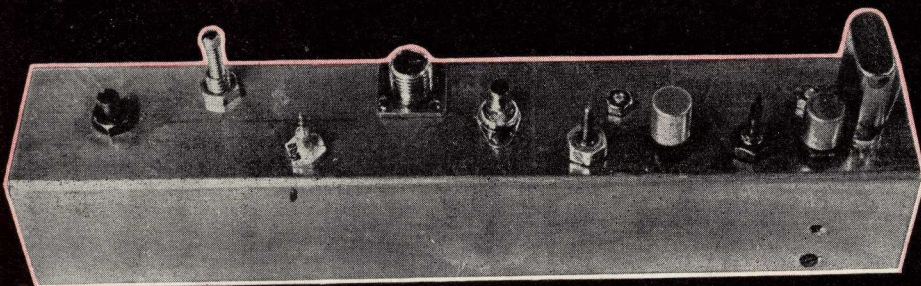
numero **12**

mensile di elettronica
dedicato a
radioamatori ⁂ dilettanti ⁂ principianti

1° dicembre 1964

spedizione in abbonamento postale, gruppo III

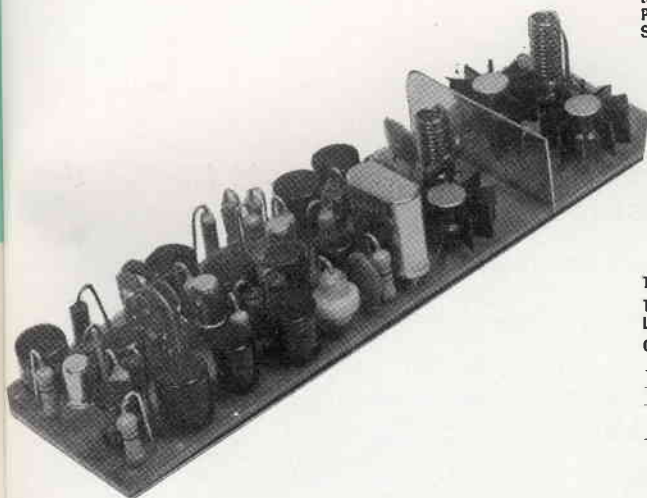
alcuni articoli in questo numero:

sui 432 MHz coi transistori

L. 250

NUOVO! MINIATURIZZATO! PROFESSIONALE!
RX-27/P

RICEVITORE A TRANSISTORI PER FREQUENZE COMPRESE FRA 26 e 30 MHz.

Caratteristiche tecniche principali:
— **Transistori impiegati**
— Stadio amplificatore: AF-114
— Stadio mixer: AF 115
— Stadio oscillatore a quarzo: AF 115
— 1º amplificatore di MF: SFT 307
— 2º amplificatore di MF: SFT 306
Sensibilità di entrata: 2 microvolt MF 470 kHz
Alimentazione: 9 volt
Consumo: 6 mA
IMPIEGHI: Ricevitori ultrasensibili per radiotelefoni - Radiocomandi in genere - Radiocomandi per aeromodelli - Cercapersone - Ricevitori per Radioamatori in gamma 10 metri, ecc.
Dimensioni: mm 120 x 42.

Detto ricevitore viene fornito perfettamente allineato e tarato sulla frequenza richiesta.
PREZZO NETTO: L. 9.500 completo di quarzo.
Spedizione in contrassegno.

TRC - 27

TRASMETTITORE A TRANSISTORI COMPLETO DI MODULAZIONE

CARATTERISTICHE TECNICHE:

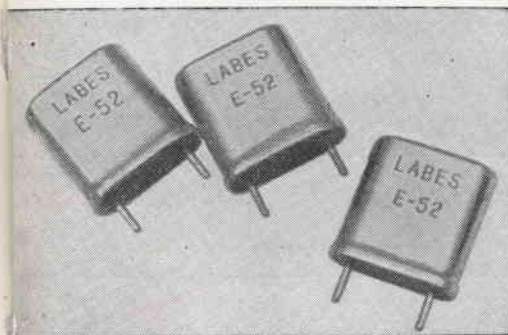
— Potenza stadio finale: 1,2 Watt
— Corrente totale assorbita a 12 Volt: 150 mA
— Modulazione al 100% di alta qualità con stadio di ingresso previsto per microfono piezoelettrico.
— Transistori: N. 2 al silicio, amplificatori di potenza
N. 1 al silicio, oscillatore a quarzo
N. 3 al germanio, modulatori in circuito speciale per modulazione al 100%.
— Quarzo: miniatura tipo a innesto tolleranza 0,005%
— Dimensioni: mm. 150 x 44
— Il trasmettitore viene fornito perfettamente allineato e tarato sulla frequenza richiesta compresa fra 26 e 30 MHz in due versioni:
1) Con uscita a 75 Ohm
2) Con circuito adattatore per antenne a stilo mt. 1,20

REALIZZAZIONE ALTAMENTE PROFESSIONALE

PREZZO NETTO L. 19.500

QUARZI MINIATURA

Per apparecchiature e applicazioni professionali. Fornibili per qualsiasi frequenza a richiesta da 5000 Kc a 60 MHz. Massima precisione e stabilità.
Temperatura di lavoro: —20° ÷ + 90°.
Per frequenze da 26 a 30 MHz. **L. 2.900** cad.
Per altre frequenze a richiesta **L. 3.500** cad.
CONSEGNA: 10 giorni dall'ordine.

SPEDIZIONE IN CONTRASSEGNO

elettronica speciale

Milano ⁎ via Lattanzio, 9 ⁎ telefono 59 81 14

spedizione in contrassegno

Sommario

12 ⁎ 1964

Costruire Diverte

mensile di tecnica elettronica dedicato a **radioamatori, dilettanti, principianti**

L. 250

Direttore responsabile **Prof. G. Totti**

Ufficio amministrazione, corrispondenza, redazione e pubblicità

SETEB s.r.l.
Bologna . via Boldrini, 22
telefono 27 29 04

Stampato dalla

Azzoguidi . Soc. Tip. Editoriale

Bologna . via Emilia Ponente, 421 b
telefono 38 25 09

Distribuzione
concess. escl. per la diffusione in Italia e all'estero
G. Ingoglia
Milano - via Gluck, 59 - telefono 675.914/5

Schema grafico: studio **Azzoguidi**

Disegni: **R. Grassi**

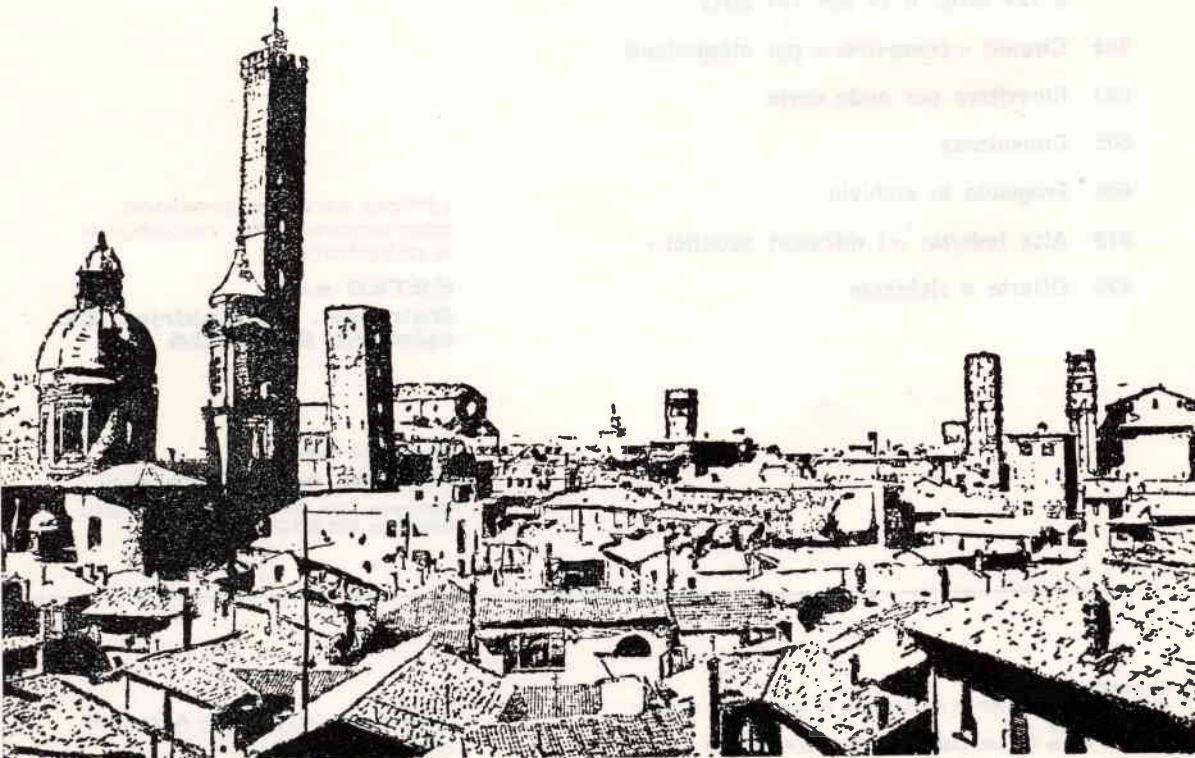
È gradita la collaborazione dei Lettori

 Autorizzazione del Tribunale di Bologna in data 23 giugno 1962, n. 3002. - Spedizione in abbonamento postale, Gruppo III

◆ Abbonamento per 1 anno L. 2.800 Numeri arretrati L. 300 - Per l'Italia e Svizzera versare l'importo sul Conto Corrente Postale 8/9081 intestato a S.E.T.E.B. s.r.l.
Abbonamenti per l'estero L. 3.800
In caso di cambio di indirizzo inviare L. 50

Listino prezzi delle pagine pubblicitarie: Stampa a un colore: 1 pagina mm. 140 x 210 L. 40.000
1/2 pagina mm. 140 x 100 L. 25.000. - 1/4 di pagina mm. 70 x 100 L. 15.000
1-2-3 pagina di copertina, stampa a 2 colori L. 50.000. Eventuali bozzetti, disegni, clichés per le pubblicità da fatturare al costo

«1965»

costruire
C D
diverte

dicembre 1964

Sì, il 1964 è terminato per C.D. e lavoriamo già per il 1965. La risposta alla nuova veste di C.D. è stata molto superiore alle previsioni e ci ha confermato che siamo avviati rapidamente al traguardo che ci siamo posti: essere la rivista di elettronica più diffusa e di maggior prestigio d'Italia.

Tutto ciò è reso possibile oltre che dalla nostra volontà e decisione, anche e specialmente dal sostenimento dei Lettori; per intensificare la nostra azione, per potenziare tutti i servizi, per migliorare ancora la veste tipografica, abbiamo bisogno di allargare sempre più la base dei nostri sostenitori: **abbonatevi** dunque, amici Lettori; risparmierete denaro e sarete Voi stessi artefici del crescente successo di C.D. Le imminenti feste natalizie ... la tredicesima, la rinnovata fiducia, sono tutti elementi a favore di questa semplice decisione: « ma si, mi abbono a C.D.! ».

Potete versare l'importo sul nostro conto corrente postale **8/9081,** mandare un assegno, vaglia, francobolli, denaro contante e persino piccioni viaggiatori con l'importo legato al collo!

Saper scegliere e accorgersi di aver scelto bene è una delle più piacevoli sensazioni per l'uomo intelligente: procuratevela, abbonandovi a C.D.

E ... buon Natale!

Sui 70 cm con i transistori

piccolo trasmettitore sperimentale UHF

● Descriviamo in questa nota uno studio effettuato sul funzionamento dei transistori nel campo delle onde ultracorte (UHF). Lo scopo è "esclusivamente sperimentale" e potrà rappresentare un buon banco di prova per quanti vorranno iniziarsi su queste frequenze e passare poi a elaborati di maggiore potenza, a fini radiantistici ●

dottor **Luciano Dondi**

AF139 TRANSISTOR MESA PNP

CONNESSIONI

[contenitore standard TO-18]

DATI LIMITE

tensione collettore-emettitore (— Vce) 15 V
tensione collettore-base (— Vcb) 20 V
tensione emettitore-base (— Veb) 0,3 V
corrente di collettore (— Ic) 7 mA
temperatura alla giunzione (Tj) 75°C
limiti della temperatura (Ts) — 30° ... +75°C
dissipazione totale (Ptot) 35 mW

DATI DI LAVORO

punto di lavoro − Ic = 1,5 mA; − Vce = 12 V
frequenza per la quale (hfe) = 1 F_1 = 480 MHz
fattore di rumore per F = 800 MHz f = 7,5 dB
larghezza di banda quale amplificatore 40 MHz (con F = 800 MHz)

Recentemente sulla nostra Rivista sono apparsi numerosi complessi sia riceventi che trasmittenti funzionanti sulla gamma dei 432 MHz, ma tutti equipaggiati con valvole.

Abbiamo inteso con questo piccolo complesso estendere le prove anche ai transistori. La possibilità ci è stata data dall'immissione sul normale mercato di semiconduttori particolarmente adatti a funzionare sulle « ultra high frequency ». Vogliamo riferirci in particolare ai tipi AF 139 della Siemens (PNP al germanio) e al 2N2884 e 2N708 della SGS (NPN al silicio).

Il primo tipo è noto per essere impiegato nei convertitori per il II canale televisivo nei più recenti ricevitori, di tipo misto (a valvole e transistori) e portatili interamente transistorizzati; il 2N708 è conosciuto da più lungo tempo per commutazioni ad altissima velocità e impieghi nel campo della radiofrequenza; infine il recentissimo 2N2884 costruito con la tecnica epitassiale che ha la possibilità di erogare quasi mezzo watt a 500 MHz. Dei tipi qui esposti abbiamo scelto il primo, l'AF139, poichè presenta la maggiore semplicità di impiego e richiede una quantità di energia di pilotaggio estremamente piccola.

Il tipo 2N708, anche se più robusto, e di maggiore potenza (0,35 watt) necessita di almeno uno stadio in più quale amplificatore per essere adeguatamente pilotato. Il 2N2884 cade fuori, purtroppo, dalle nostre possibilità finanziarie!
Ritornando quindi al nostro AF139 esporremo alcune delle sue principali caratteristiche. Si tratta di un transistor costruito con la tecnica MESA progettato per essere utilizzato quale preamplificatore, miscelatore e oscillatore fino a 860 MHz.

Il riassunto di tutti i dati tecnici riguardanti questo semiconduttore è esposto nella tabella. Per ciò che ci riguarda facciamo osservare che il miglior punto di lavoro si ha con — 12 V e — 1,5 mA di collettore, che la potenza massima dissipabile è di 35 mW, e infine che la tensione massima consentita nel diodo base-emettitore è di soli — 0,3 V. Quest'ultimo particolare ci dice di procedere molto cautamente nelle nostre prove.

Il transistor ha come uscite dei fili molto corti e spesso viene montato su uno zoccolino speciale in tefluon che talora viene venduto insieme allo stesso transistor.
Una piccola sporgenza di materiale isolante sullo zoccolino indica il senso in cui deve essere infilato il transistor.
Riguardo alla scelta degli altri transistori, componenti il

circuito, la gamma è molto più vasta e anche i prezzi degli esemplari decisamente minori.

Per funzionare quali oscillatori su 72 MHz possono andare bene gli OC171, AF114, AF115, AF118, un po' meno bene l'OC170; quale amplificatore-triplicatore di frequenza per 216 MHz l'ideale sarebbe l'AF102, ma anche l'AF118 dà una sufficiente uscita.

Descrizione del circuito (fig. 1)

L'insieme consta di tre transistori in circuito a radiofrequenza e di un transistor in bassa frequenza, modulatore. L'uscita RF cui si vuole giungere è di 432 MHz.

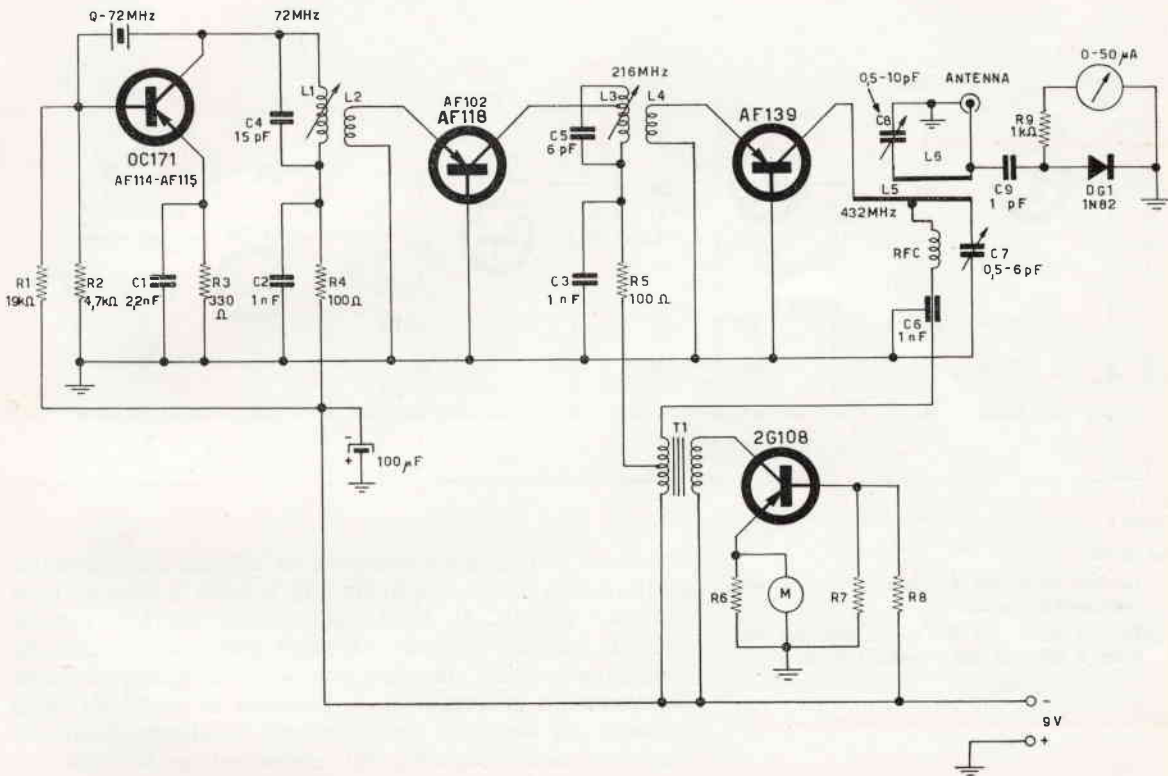



Figura 1

Avendo scartato a priori il circuito autooscillante perchè altamente instabile non rimane che partire da un oscillatore pilota controllato a quarzo e moltiplicare la prima frequenza ottenuta con stadi successivi fino a quella desiderata.

Attualmente si può disporre di quarzi funzionanti su armoniche elevate (3ª, 5ª armonica) a un prezzo accessibile (*). Abbiamo deciso così di partire da 72 MHz con un cristallo che ha la possibilità di oscillare sulla 5ª armonica della frequenza fondamentale. Ciò non toglie che se qualcuno volesse utilizzare dei cristalli da 8 MHz non possa farlo; basta infatti fare precedere al primo stadio un altro del tutto identico, così come è proposto nello

(*) Ditta LABES, via Lattanzio 9 - Milano.

schema di fig. 2. I dati relativi alle induttanze sono segnati in calce alla stessa figura con L_A e L_B mentre i valori delle resistenze e dei condensatori restano quelli segnati nel primo schema e sono ripetuti in quanto, come già detto, identici. Il primo stadio dunque è composto da un oscillatore pilota controllato a cristallo; il circuito è il classico Pierce con circuito di collettore accordato sull'armonica prevista (5ª).

Il transistor, un OC171, è montato con emettitore comune; la frequenza di funzionamento di questo primo stadio non impone particolari accorgimenti, il circuito a emettitore a massa (comune) fornisce una migliore amplificazione

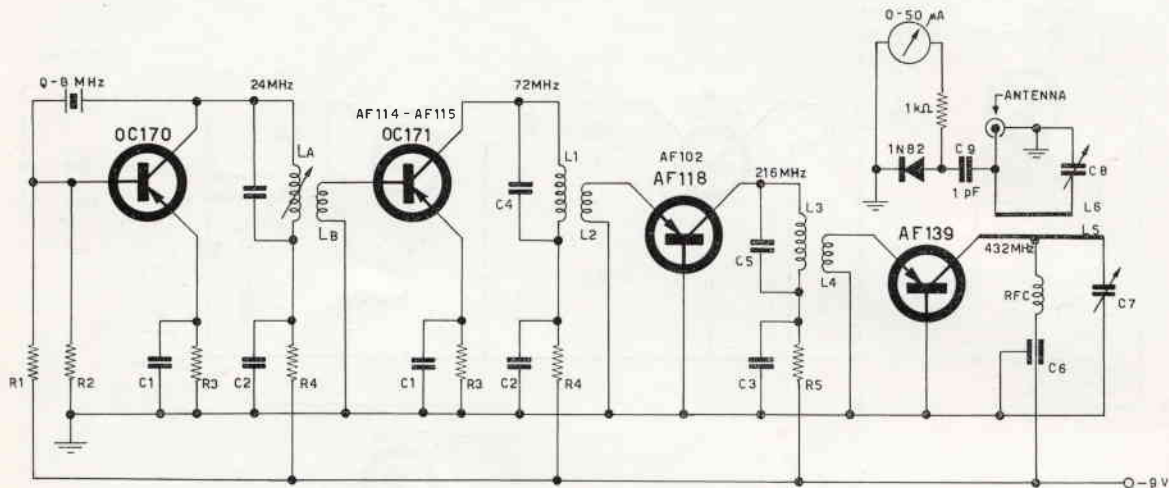



Figura 2

Per 24 Mc

L_A = 26 spire, filo 0,3 doppia copertura seta, avvolgimento serrato.

L_B = 5 spire, filo 0,3 doppia copertura seta, circa 2 mm dal lato « freddo » di L_A.

anche se la frequenza massima di utilizzo del transistor è inferiore a quella che si ha con la base a massa (base comune) (vedi C. D. N. 3, 1963, pagg. 152-154). I collegamenti saranno tuttavia cortissimi onde evitare capacità supplementari che se pure piccolissime spostano considerevolmente la frequenza di risonanza di L1/C4. Si tenga presente ad esempio che la stessa induttanza priva del nucleo e delle capacità del condensatore in parallelo, di quelle del transistor e del cablaggio, raggiunge i 200 MHz. Questa è una delle ragioni per cui al di sopra di una certa frequenza è impossibile continuare a usare dei circuiti oscillanti a costanti concentrate (normali avvolgimenti, più o meno spaziati) ma si deve ricorrere alle linee (circuiti a costanti distribuite).

Il secondo stadio impiega un AF118 anche se meglio si presterebbe un AF102 che è progettato per amplificare fino a 260 MHz. Pur tuttavia si riesce a ottenere, triplicando, un'uscita su 21 MHz ancora sufficiente a pilotare l'AF139 che, come tutti i tipi al germanio, basta di pochissima energia.

L'accoppiamento tra i primi due stadi è induttivo, attraverso 3 spire accoppiate abbastanza lascamente a L_1. Se il quarzo è di buona attività non sarà necessario accor-

dare anche il circuito di uscita e questo rimarrà pertanto aperiodico. In fase di messa a punto si sposterà, per tentativi, la distanza tra L_1 e L_2 in modo da far assorbire al II stadio una corrente di collettore di $5 \div 7$ mA.

Questo circuito prevede il transistor AF118 montato con base a massa (base comune), sistema che permette un migliore rendimento a frequenze elevate. Infatti un transistor in circuito a base comune può funzionare fino alla sua frequenza di taglio α che è la più alta, considerando il transistor come amplificatore.

L'ingresso è a bassa impedenza, valutabile intorno a 30 Ω; e anche l'uscita dello stadio è relativamente bassa tanto che si è provveduto, con una opportuna presa, ad adottare l'impedenza d'uscita sull'induttanza.

Il terzo stadio, duplicatore di frequenza ($216 \times 2 = 432$) e finale monta anch'esso il transistor con base comune.

Abbiamo impiegato, come si è detto, l'AF139. Anche in questo caso l'accoppiamento tra gli stadi è aperiodico.

All'uscita, sul collettore dell'AF139 è applicata una linea, costituita da un filo di rame argentato del $\varnothing$ di 2 mm, disposta in maniera equidistante dalle pareti dello chassis di alluminio su cui è montato tutto il complesso.

È assolutamente necessario infatti, se si usa questa soluzione, avere una superficie metallica su cui distendere, a una certa distanza, la linea, essa ha infatti la funzione di sostituire l'altra metà della linea (il circuito oscillante tipico è costituito infatti da due linee parallele).

Non è prevista una presa di addattamento, per il collettore dell'AF139 sulla linea in quanto questo transistor possiede una impedenza di uscita sufficientemente alta e quindi non viene ad essere pregiudicato sostanzialmente il suo rendimento.

L'accoppiamento all'antenna avviene con una linea analoga, più corta, posta a circa 3 mm dalla prima, collegata da un lato al bocchettone di uscita e dall'altra a un compensatore ceramico di piccola capacità. L'antenna è costituita da un filo di rame argentato da 1,5 mm e della lunghezza di 17 cm ($1/4\ \lambda$) saldato direttamente al bocchettone maschio.

Alla base della linea che trasferisce l'energia all'antenna viene prelevata, con un condensatore di piccolissima capacità, una frazione della corrente ivi circolante, che raddrizzata da un diodo per UHF (1N82A) può essere letta su di un microamperometro.

Il circuito è molto utile in quanto l'accordo su 432 MHz, con il condensatore C_7, non dà solitamente luogo a una variazione sensibile nella corrente assorbita dal collettore dell'AF139.

La modulazione di questo piccolo emettitore avviene in modo un po' particolare. Si è notato infatti che applicandolo al solo collettore dello stadio finale la percentuale rimaneva sempre un po' bassa, si è pensato, pertanto, di applicarla anche allo stadio precedente usufruendo di un trasformatore di facile reperibilità, di tipo per ingresso

Sui 70 cm con i transistori

RESISTENZE

R_1 19 kΩ 1/8 W Philips
R_2 4,7 kΩ 1/8 W Philips
R_3 330 Ω 1/8 W Philips
$R_{4,5}$ 100 Ω 1/8 W Philips
R_6 1 kΩ 1/8 W Philips
R_7 33 kΩ 1/8 W Philips
R_8 100 kΩ 1/8 W Philips
R_9 1 kΩ 1/8 W Philips

CONDENSATORI

C_1 2,2 nF ceramico a tubetto
$C_{2,3}$ 1 nF ceramico a colonnetta
C_4 15 pF ceramico a tubetto
C_5 6 pF ceramico a tubetto
C_6 1 nF ceramico passante
C_7 0,5-6 pF compensatore ad aria
C_8 0,5-10 pF compensatore ceramico a tubetto
C_9 1 pF ceramico a tubetto

INDUTTANZE

L_1 11 spire, filo 0,5 smalto, avvolgimento serrato su supporto $\varnothing$ 7 mm con nucleo ferromagnetic
L_2 3 spire, filo 0,3 doppia copertura seta, avvolt a circa $2 \div 3$ mm dal lato « freddo » di L_1
L_3 4 spire, filo 0,7 smalto, spaziate di 1 mm, co presa a 1,5 spire a partire dal lato « caldo » supporto come L_1
L_4 3 spire, filo 0,3 doppia copertura seta, avvolt a circa 1 mm dal lato « freddo » di L_3
L_5 7 cm di filo rame argentato $\varnothing$ 2 mm
L_6 4 cm di filo di rame argentato $\varnothing$ 1 mm
$RFC_1 = 17$ cm di filo 0,4 smalto, avvolti in aria s $\varnothing$ 3 mm (interno).

TRANSISTORI

AF114/AF115/OC171 = oscillatore a quarzo
AF102/AF118 = triplicatore di frequenza
AF139 = duplicatore di frequenza-finale

DIODI

DG1 1N82A, diodo per UHF.

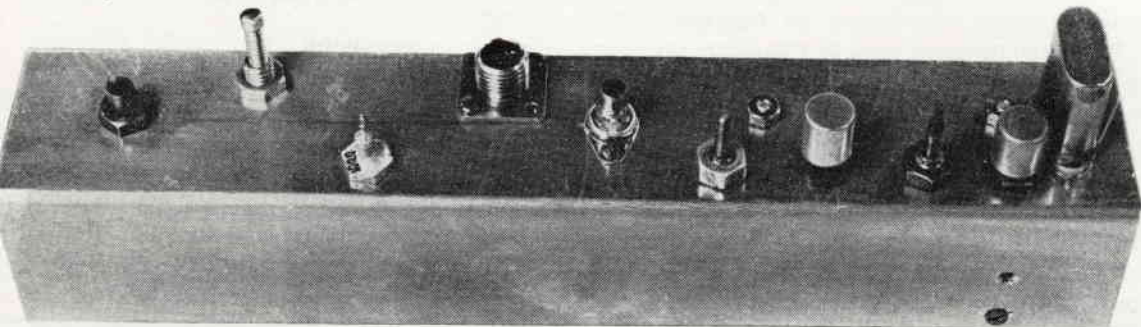
VARIE

2 zoccoli a quattro piedini allineati
1 zoccolo speciale per AF139
Q 72,2 MHz quarzo overtone (5^a armonica)
1 zoccolo porta quarzo in ceramica
T_1 trasformatore di ingresso per push-pull
1 connettore per cavo coassiale (maschio e fer mina)
M microfono a carbone

di push-pull di transistor di piccola potenza (ad esempio per pp di OC72). Un semplice transistor preamplificatore è più che sufficiente se si usa, come nello schema, un microfono a carbone.

La sezione modulante è stata omessa nelle foto della parte radio frequenza.

MONTAGGIO

Il complesso è montato su di un telaietto di alluminio crudo, dello spessore di 12/10, piegato a U e avente le seguenti dimensioni: 35 x 35 x 170 mm. Nella fig. 3 è riprodotta la parte esterna dell'apparecchio; a partire da

gura 3

destra si possono osservare i vari componenti: il quarzo, montato verticalmente, il transistor OC171 e AF118 con intercalati i comandi dei nuclei delle induttanze. Al centro, montato sullo speciale zoccolino, l'AF139 e accanto il raccordo per l'antenna.

A sinistra gli alberini di comando di C_8 e C_7. Nella parte interna (fig. 4) sono sistemati lo zoccolo portacristallo, le induttanze, resistenze e condensatori. È chiaramente osservabile la posizione della linea accordata, alimentata al centro attraverso una piccola impedenza per RF(RFC_1), che è collegata, all'altro capo, al condensatore ceramico passante. La linea è saldata direttamente allo statore del condensatore C_7 e all'altro estremo alla paglietta, corrispondente al collettore, dello zoccoletto portante l'AF139.

Nella foto non appare il circuito per la misura della RF d'uscita.

TARATURA

Può essere conveniente, una volta preparato lo chassis con le dovute forature, procedere per gradi al montaggio in modo da non danneggiare, data la ristrettezza dello spazio, i componenti vicini negli eventuali smontaggi delle induttanze.

a) Oscillatore: se non ci sono errori di cablaggio e il quarzo è di normale attività si avrà l'innesco delle oscillazioni dopo poche prove. Inserendo un milliamperometro con fondo scala di 5 mA sul circuito di collettore, a monte della resistenza R_4, si leggerà, in assenza di oscillazioni, una corrente di circa 4 mA. L'innesco si noterà con un repentino aumento della corrente di col-

lettore; si dovrà allora, spostando il nucleo o cambiando il valore della capacità in parallelo a L_1, ricercare il minimo (« dip ») di corrente. Esso sarà individuato da un punto ben preciso del nucleo di L_1.

b) Stadio triplicatore: all'esatto punto di risonanza di L_1 farà riscontro la massima corrente di pilotaggio per questo stadio. La quantità andrà regolata, come già si è detto, avvicinando o allontanando le tre spire che compongono L_2 fino a fare assorbire al transistor AF118 una corrente di collettore di $5 \div 7$ mA. Nel caso che anche accoppiando strettamente L_2 a L_1 non si riuscisse a ottenere questo valore bisognerà accordare anche L_2 mediante un condensatore in parallelo alle sue spire, da determinarsi sperimentalmente.

c) Duplicatore - finale: quanto fatto osservare precedentemente vale anche per questo stadio. Qui bisogna però procedere con una certa cautela in quanto l'AF139 è piuttosto delicato e non sopporta una corrente di emettitore superiore a 7mA, inoltre la tensione nel diodo base-emettitore non deve superare 0,3 volt!

Converrà quindi tenere, per incominciare, il più lasco possibile l'accoppiamento tra L_3 e L_4 in modo da limitare al massimo la corrente di collettore dell'AF139. In assenza di corretto accordo di L_3 non vi sarà assolutamente passaggio di corrente in questo stadio. Questo criterio servirà a ricercare, spostando il nucleo, l'accordo su 216 MHz. La corrente nel circuito di collettore dell'AF139, misurata a monte del condensatore passante non dovrà superare $1,5 \div 2$ mA essendo questo il punto tipico di lavoro del transistor. Ora si misurerà la corrente di uscita del finale inserendo il microamperometro nel circuito apposito. Ruotando C_7 si troverà un punto molto ristretto in cui si osserverà un certo spostamento dell'indice dello strumento; spostando C_8 si cercherà di far aumentare il più possibile questo valore.

Efficienza: come abbiamo detto agli inizi, l'apparecchio è stato progettato per studiare il comportamento dei transistori e degli altri componenti alle altissime frequenze, senza avere altre pretese. È stata fatta tuttavia una prova di emissione modulata che è stata captata a circa 300 m. di distanza da un ricevitore munito di converter per 432 MHz e antenna rotary a 10 elementi.

VARIANTI

Non disponendo di un quarzo avertone per 72 MHz si possono utilizzare normali cristalli da 8 MHz o da 12 MHz purchè di buona attività * e fare precedere un'altro stadio a quelli previsti così come illustrato in figura 2.

Il primo stadio allora risulterà accordato su 24 MHz (triplicando o duplicando la frequenza fondamentale del quarzo), il secondo triplicherà su 72, riprendendosi poi, a questo punto la catena prevista nel circuito di fig. 1.

[In uno dei prossimi numeri verrà pubblicato un ricevitore superrigenerativo per la gamma dei 432 MHz che attualmente è in fase di avanzata elaborazione].

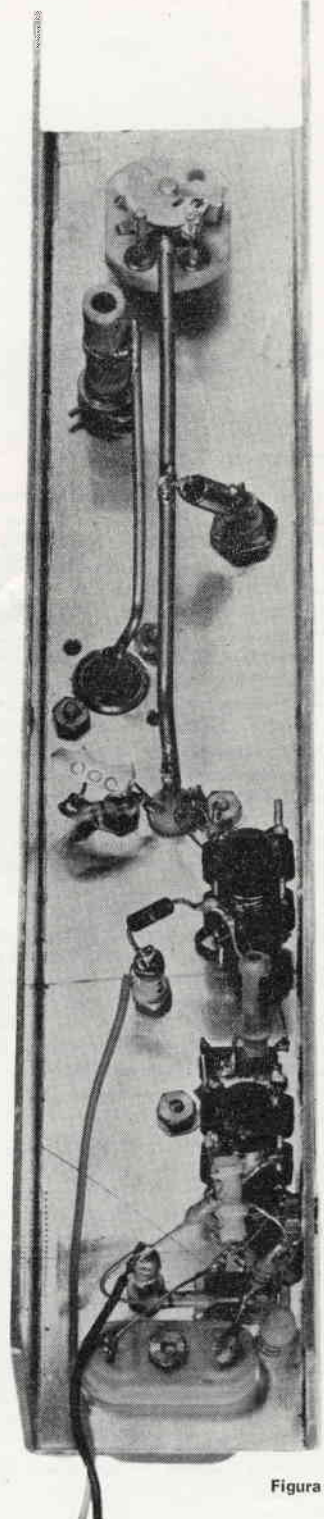



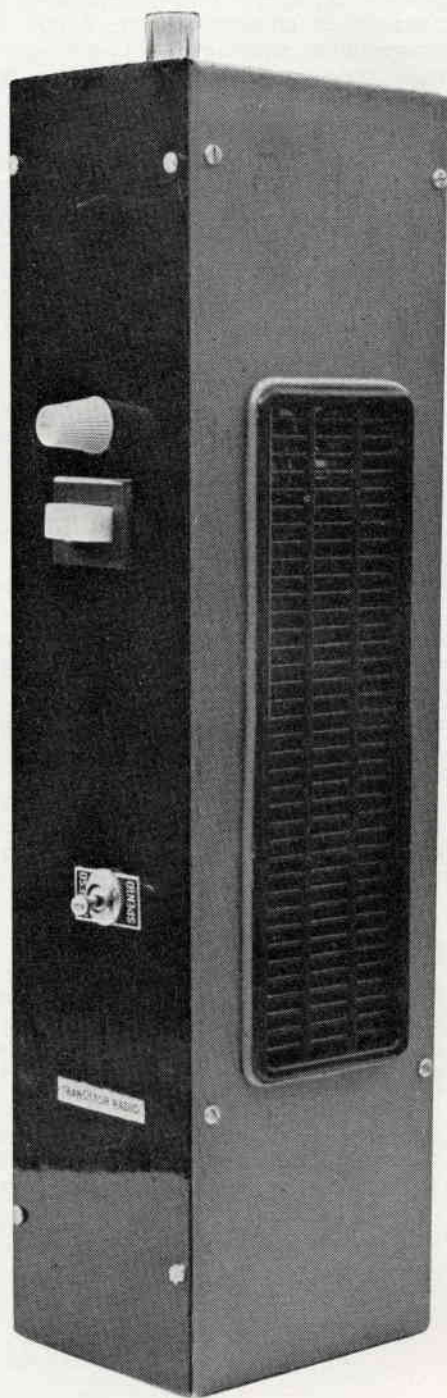
Figura 4

(*) Anche i quarzi « surplus » tipo FT243 e simili quasi sempre oscillano sulla III armonica. Al più possono necessitare di una sgrassatura con tetrocloruro di carbonio.

Radiotelefono a transistori per i due metri

di **Alberto Celot** ●

● CARATTERISTICHE

Radiotelefono quarzato a 9 transistori operante sulla frequenza di 144 MHz con la potenza di circa 200 W. È composto da un trasmettitore, ricevitore a superreazione con stadio in A.F. e una sezione B.F. Alimentazione: 9 V (B.F.) e 13,5 V (Rx e Tx). La parte trasmittente è composta da: 2N708 oscillatore a 72 MHz; duplicatore di frequenza (2x1N82A); driver (2N708), e finale (2N708) erogante circa 200 mW. La parte ricevente comprende 1 AF102 (amplificatore A.F. e separatore) e 1 AF118 (superreattore). La sezione B.F. è composta da un amplificatore tradizionale impiegante 2xOC71 e 2xOC74 che eroga circa 1 W. La parte ricevente è piuttosto sensibile (da un'altezza di 1500 m ho ascoltato Firenze, Trieste, Livorno, ecc.). La parte trasmittente è il risultato di una lunga elaborazione e messa a punto. La sua regolazione non è critica, basta solo osservare qualche accorgimento del resto molto banale. Operato da i1LAB durante l'ultimo contest, questo radiotelefono ci ha permesso di collegare dal mio QTH di Conegliano, oltre a Bologna, Vicenza, Trieste, ecc., anche Salsomaggiore (i1LLL) e i1CQD operante dal M. Secchietta (Fi) distante, in linea d'aria, circa 270 km. Faccio notare che questi collegamenti sono stati effettuati con antenna a stilo 1/4 d'onda con rapporti minimi di S8 ●

● A. Celot, viale Cadorna 9 - Conegliano (Treviso)

In questi ultimi anni la banda dei 2 m è andata raccogliendo un numero sempre maggiore di appassionati. Uno dei motivi che spingono l'OM ad attrezzarsi per questa frequenza è il fatto che, con una minima potenza, si coprono distanze ragguardevoli. Ciò è possibile anche per le dimensioni ridotte delle antenne che permettono di usare yagi plurielementi dal minimo ingombro. Questa è appunto una delle ragioni che mi ha spinto a realizzare questo radiotelefono.

A questa frequenza la lunghezza dell'antenna è veramente minima (50 cm), aumentando così la maneggevolezza dell'apparato. Il radiotelefono si divide, sia per schema, sia per montaggio, in tre parti distinte: modulatore, ricevitore a superreazione e trasmettitore. Il montaggio dei tre distinti circuiti è stato effettuato secondo una tecnica particolare, usando delle basette di materiale plastico che si è dimostrato ottimo allo scopo. Per il fissaggio dei componenti si procede nel seguente modo. Si provvede innanzitutto a sistemare il collegamento di massa. A tale scopo, lungo i bordi delle basette, si effettueranno dei fori alla distanza di 2÷3 cm; si introdurranno quindi a caldo dei chiodini in ottone, sui quali si infilerà e si salderà la calza esterna (meglio se argentata, specie per il Tx) di un cavo coassiale. Si tranceranno quindi i chiodini all'altezza della calza esterna ... e il gioco è fatto.

Per quanto riguarda i componenti, si eseguiranno dei piccoli fori per il passaggio dei reofori e si provvederà alla loro saldatura nella parte inferiore.

IL MODULATORE

Nulla di particolare riguardo a questo.

Si tratta di un comune amplificatore, tratto dalle pubblicazioni Philips, che eroga circa 1W. Esso svolge la funzione di modulatore in trasmissione, mediante un trasformatore adattatore di impedenza, e di normale amplificatore in ricezione.

IL RICEVITORE

È un comune superreattore con stadio in A.F. che svolge il duplice compito di amplificatore A.F. e di separatore.

Il compensatore di sintonia da 6,4 pF è un Philips a barattolo; nulla vieta comunque, anzi è consigliabile, di sostituirlo con un variabilino ad aria di capacità all'incirca uguale. Per T3 ho usato un trasformatore surplus, ma si può sostituire, con il vantaggio di un minimo ingombro, con il G.B.C. H/327 di uguali prestazioni.

La resistenza da 39 kΩ e i 2 condensatori da 500 e 1000 pF servono da filtro antisoffio. È superfluo infine raccomandare la brevità dei collegamenti.

TRASMETTITORE

La caratteristica principale di questo circuito sta nel fatto che l'oscillatore usa un quarzo di frequenza elevata. Ciò comporta, assieme al duplicatore a diodi, la totale man-

4,6Ω
R
T
S4
T2
0,1μF
5Ω
OC74
OC74
33Ω
22 kΩ
T1
270pF
100kΩ
150Ω
100μF
OC71
270 Ω
10 kΩ
3,3 kΩ
10μF
6,8 kΩ
100μF
100 μF
2,7 kΩ
22 kΩ
120kΩ
10μF
OC71
9V
13,5V
S2
S1
S5
S6
S3
5kΩ-LOG.
0,5MΩ-LOG.
1nF
39kΩ
500 pF
M
T3
2,7kΩ
68pF
JAF
5pF
AF118
10μF
220kΩ
64 pF
68 pF
L2
10pF
JAF
7kΩ
AF102
22kΩ
1nF
1nF
20pF
1,0pF
L1
1nF
L7
T4
JAF
1,5nF
3÷30 pF
2N708
JAF
56pF
L6
1,5 nF
3÷30 pF
2N708
1N82A
1N82A
1,5nF
L5
47Ω
L4
3÷30 pF
4,7nF
15 pF
1,2kΩ
2N708
470Ω
47 nF
100pF
QUARZO
250Ω
L3

canza di stadi duplicatori o triplicatori a transistors facilmente soggetti a inneschi e autoscillazioni. Il quarzo è un C.I.S.E.M. tipo CR 56/U da 72 MHz (C.I.S.E.M - Borgo Panigale - Bologna) con risonanza serie in 5ª armonica.

Si possono usare anche altri quarzi purchè siano di risonanza serie e abbiano uguale capacità parassita (4 pF). La bobina L3 serve, unitamente alla capacità parassita del quarzo, alla soppressione di eventuali autooscillazioni. L4 e L5 sono entrambe avvolte in aria e la prima è interna e coassiale alla seconda (vedi figura). I due diodi 1N82-A sono stati incastrati nei contatti tolti da una presa per B.F. (G/2593-5) e a loro volta fissati a caldo alla basetta. Poichè il penultimo e l'ultimo stadio lavorano alla medesima frequenza, è necessario, onde evitare inneschi, provvedere alla schermatura dell'ultimo transistor.

I tre compensatori da 3÷30 pF sono a barattolo (GBC 0/31) e i condensatori sono tutti ceramici a tubetto. I tre 2N708 sono montati su zoccoli per ridurre al minimo la lunghezza dei reofori. Solo il transistor finale necessita di un radiatore di calore che potrà essere realizzato in vari modi. Quello da me usato si è dimostrato funzionale e poco ingombrante; un'occhiata alle fotografie Vi darà un'idea precisa sulla sua forma. Fate attenzione che il radiatore non tocchi in nessun punto, poichè l'involucro esterno è collegato al collettore.

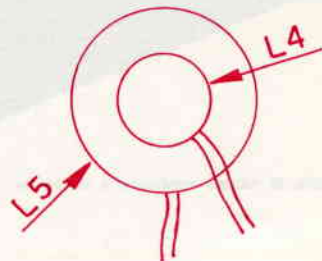
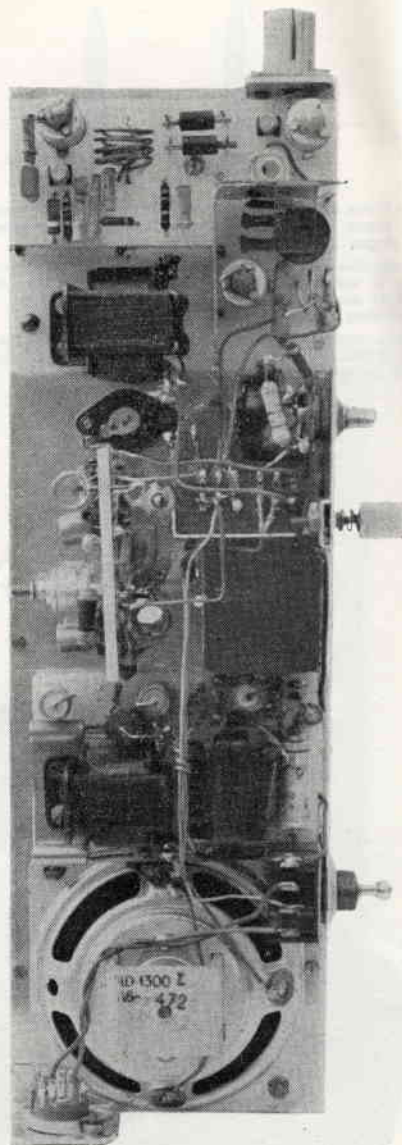
TARATURA

Mi sembra inutile soffermarmi a ripetere tutte le operazioni da seguire per la taratura di un trasmettitore a transistori, poichè suppongo che chiunque si accinga alla realizzazione di questo radiotelefono abbia già una certa esperienza in questo campo. Mi limiterò, pertanto, a elencare gli assorbimenti dei singoli stadi:

Oscillatore : ca 15 mA
Driver : ca 15 mA
Finale : ca 40 mA

Termino così questa breve descrizione e auguro a quanti si cimenteranno nella costruzione un'ottima riuscita.

M capsula Geloso UN11
T1 Philips PK 51101 (H/388)
T2 Philips PK 51102 (H/389)
T3 20 kΩ/1000Ω (H/327)
T4 Philips PK 51094 (H/386)
$S_{3, 4, 5, 6}$ = tasto a 4 terne (0/530)
JAF 5 µH
L1 8 spire filo 8/10 argentato su ∅ 8 mm con presa alla 3ª e 4ª spira lato massa
L2 3 spire filo 13/10 argentato su ∅ 8 mm con presa al centro
L3 11 spire filo 8/10 smaltato su ∅ 8 mm con nucleo
L4 4 spire filo 10/10 argentato su ∅ 10 mm con presa al centro
L5 4 spire filo 8/10 smaltato su ∅ 13 mm con presa al centro
L6 2 spire filo 10/10 argentato su ∅ 8 mm con presa a 1/4 lato freddo
L7 2 spire filo 10/10 argentato su ∅ 9 mm con presa a 1/3 lato freddo
quarzo = quarzo risonanza serie in 5ª armonica frequenza 72÷73 MHz (CISEM CR56/U)

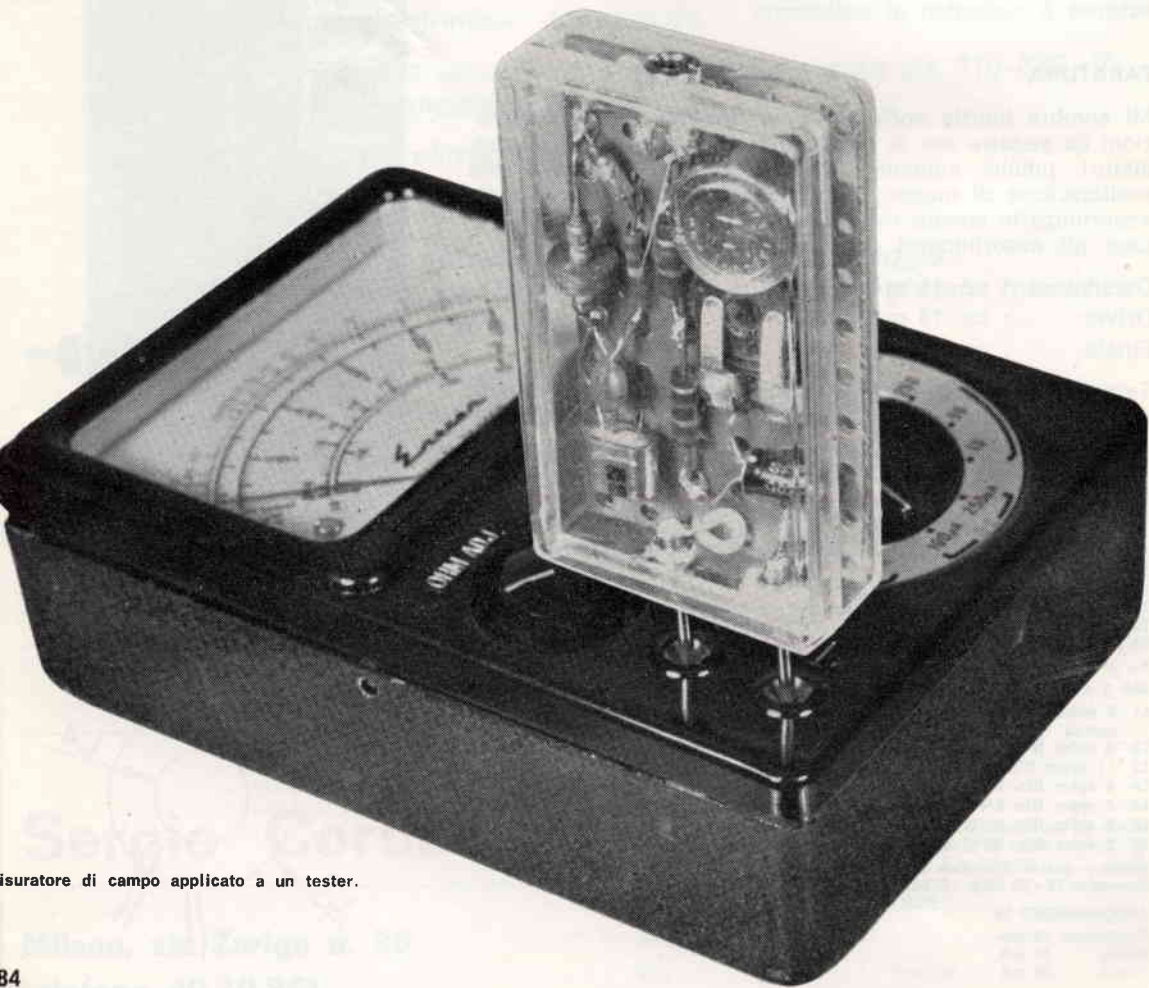
ASSORBIMENTI Tx
Oscillatore 15 mA
Driver 15 mA
Finale 40 mA

Un piccolo misuratore di campo

« Prima o poi, chiunque si interessa di elettroni-a, passa alla trasmissione! » Diremo, parafrasando o slogan di un noto rasoio elettrico.

uello che non sà, l'amatore che si accinge a mon-are il suo primo TX, è che contemporaneamente, gli si accinge anche a divenire un costruttore di isuratori di campo!

fatti, senza un apparecchio del genere, è davvero na grana, il cercare di mettere a punto un qual-asi apparato emittente ●

Redazione

Per la regolazione dei trasmettitori, noi disponiamo di un misuratore di classe professionale, ma assai pesante, ingombrante e delicato, e che, pur essendo di recente costruzione, inesplicabilmente usa valvole miniatura alimentate a pila, e ne usa ben NOVE, che esauriscono le pile in ben poco tempo.
Per questa ragione, ci siamo ridotti a usare il bel misuratore professionale solo in laboratorio, e per le prove

isuratore di campo applicato a un tester.

all'esterno, e siamo divenuti costruttori di misuratori di campo ad uso trasmettitori sperimentali. Nella ormai lunga « dinastia » di misuratori provati, c'è questo che ci pare degno di essere descritto: è una unità molto compatta, sensibile e semplice, di una economia davvero spinta, che non impiega neppure un indicatore proprio, dato che è previsto per essere innestato sul tester. Si tratta di uno strumentino che abbiamo in uso da circa un anno con ottimi risultati: impiegato in unione a un tester che disponga di una portata con 100 μA di fondo scala, basta un segnale di 5 μV, all'ingresso, per deflettere a fondo scala l'indice.

Con una sensibilità del genere, sono molte le prove che si possono fare: non ultime, quelle di apparecchiature transistorizzate dalla debole potenza, che certo non generano un campo sufficente ad azionare una sondospira, oppure uno di quei rudimentali « misuratori » formati da un'antenna, una impedenza, un diodo e un milliamperometro, che da molti inesperti vengono ritenuti adatti a tutti i lavori di regolazione.

In effetti anche il nostro apparechietto è basato su di un ricevitore similare: però fra esso e l'indicatore, **è interposto un amplificatore a due transistori,** capace di dare un guadagno di 200÷250 volte, che rende misurabile anche segnali molto deboli.

Vedremo ora lo schema elettrico, che commenteremo come d'abitudine.

L'ingresso del piccolo misuratore di campo è un jack (J1) miniatura, che comprende un contatto in chiusura. La soluzione è stata adottata per risparmiare un interruttore, la funzione del quale è svolta dal contatto, che si chiude innestando il « plug » dell'antenna, la quale di volta in volta può essere costituita da un piccolo stilo, da un paio di metri di filo flessibile, o altro: secondo le esigenze della misura.

I segnali captati dall'antenna, attraversano C1 e giungono a un rivelatore aperiodico formato dall'impedenza JAF, dal diodo DG1 e dal condensatore di filtro-fuga C2.

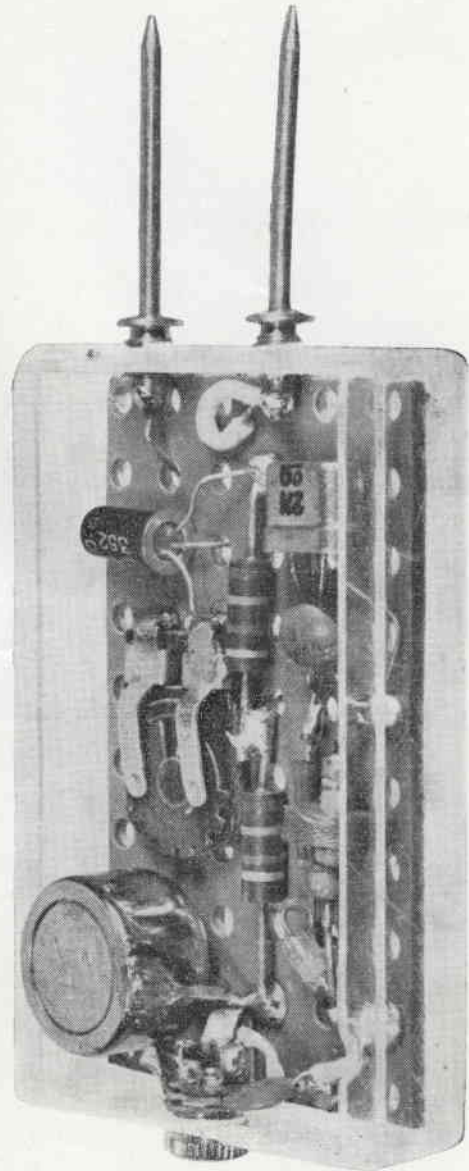
La componente continua della rivelazione, a polarità positiva, viene applicata alla base del TR1, che amplifica la corrente circa venti volte, assorbendo dal collettore un'intensità parimenti superiore.

TR1 è direttamente connesso al TR2, il quale, eccitato dall'assorbimento, a sua volta conduce una corrente superiore di molte volte, attraverso l'indicatore, che è collegato al centro di un ponte formato da R1, R2 e R3, oltre che dallo stesso transistore.

Questa disposizione serve a bilanciare e annullare la I_{co} del transistore, che scorre in assenza di pilotaggio.

Il tutto è alimentato da una pila miniatura al mercurio, che eroga 1,34 volt ed è stata preferita alle convenzionali zinco-carbone perchè con un minore ingombro dà una durata di tre-quattro volte superiore.

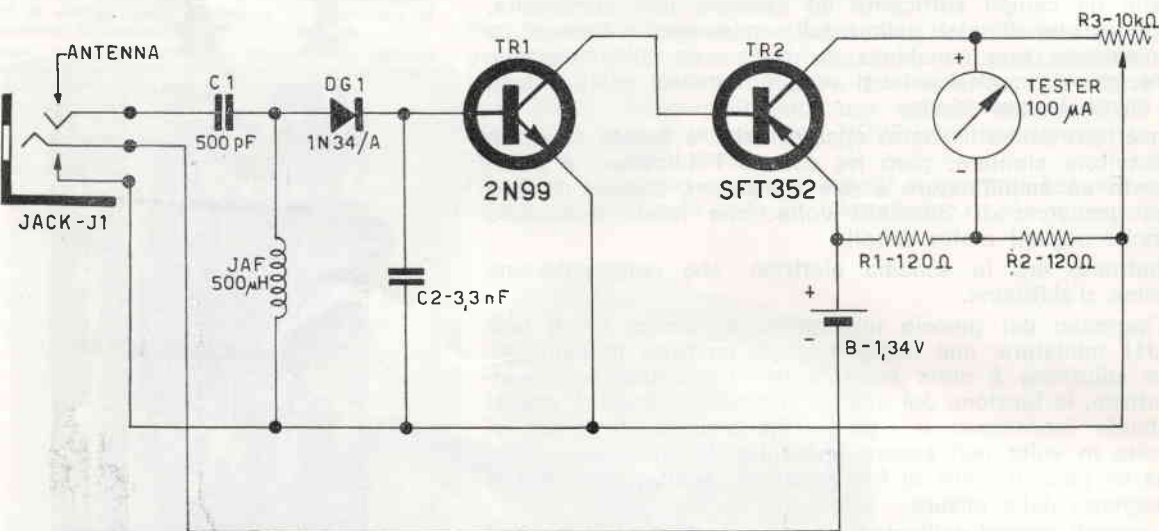
Naturalmente, la tensione di 1,34 volt non è critica agli effetti del funzionamento del circuito, e, volendo risparmiare o nel caso che la pila al mercurio non sia reperibile presso l'abituale fornitore, si può anche usare un più ingombrante e meno duraturo elemento normale, della tensione di 1,5 volt. Il compessino può essere costruito come il nostro prototipo che si vede alle fotografie: è una soluzione che si è dimostrata pratica nel tempo, dopo numerose prove: quindi ci sentiamo di consigliarla.

Un piccolo misuratore di campo

Il misuratore aperto; si notano bene la piletta da 1,34 V, i due transistori e il diodo.

Come si nota, noi abbiamo usata una scatolina di plastica, quale contenitore, che si innesta sul tester per mezzo di due spinotti (ricavati da due normali puntali) che sono fissati su di un fianco minore.

Lo « chassis » che sostiene i vari componenti è un pezzetto di perforato plastico. Il jack di antenna, del quale abbiamo parlato, è sistemato sul lato corto superiore della scatolina, in modo da poter innestare un corto stilo con facilità, se occorre.

Il cablaggio non è certo difficoltoso e anche in un minimo ingombro, come quello del prototipo, le varie parti possono essere comodamente sistemate. Osservando con attenzione le fotografie, potremo facilmente identificare la disposizione dei vari componenti.

Schema del misuratore di campo.

A sinistra del perforato, fra il jack e il transistore 2N99 sono sistemate tutte le parti del circuito rivelatore.

Le resistenze R1 e R2 sono fissate alla metà circa del pannellino, in senso longitudinale. Dall'altra parte, dal basso all'alto, sono sistemati il TR2, la resistenza aggiustabile R3 e la pila, che si trova vicina al jack. Nessuna particolare precauzione è stata adottata per la filatura, e in merito non c'è alcuna osservazione da fare.

Per provare se l'apparecchietto funziona, innesteremo un adatto plug nel jack di antenna chiudendo il circuito di alimentazione, e poi lo stesso apparecchio nel tester previsto.

Regoleremo con gran cura R3 fino a che l'azzeramento all'inizio della scala dell'indicatore sia perfetto.

Ciò fatto, se tutto è normale, potremo provare come funziona il nostro misuratore, e per ciò lasceremo penzolare l'antenna nei pressi di un qualsiasi oscillatore o generatore di radiofrequenza, che non sia troppo schermato.

Noteremo subito l'interessante sensibilità del nostro apparecchietto, che viene influenzato anche da un campo debolissimo.

Ultima nota: finite le prove, quando riponete l'apparecchietto, **abituatevi** a sfilare il plug dell'antenna; perchè altrimenti ... vi dovrete abituare all'acquisto frequente delle pile.

COMPONENTI

B — **pila al mercurio (Mallory RM 640 o similare): 1,34 volt.**
C1 — **500 pF ceramico miniatura 9V.**
C2 — **3300 pF ceramico miniatura 9V.**
DG1 — **1N34/A, OA85 o similari.**
J1 — **jack miniatura per ricevitori tascabili, munito di interruttore « in chiusura ».**
JAF — **impedenza da 200 o 300 µH, non critica.**
R1 — **120 ohm, 1/2 watt o minore.**
R2 — **come la R1.**
R3 — **microresistenza tarabile da 10.000 ohm.**
TR1 — **transistore 2N99 o equivalente NPN ad alto guadagno e piccola potenza.**
TR2 — **transistore SFT 352, o equivalente PNP ad alto guadagno e piccola potenza.**

I calibratore universale

di Antonio Tagliavini

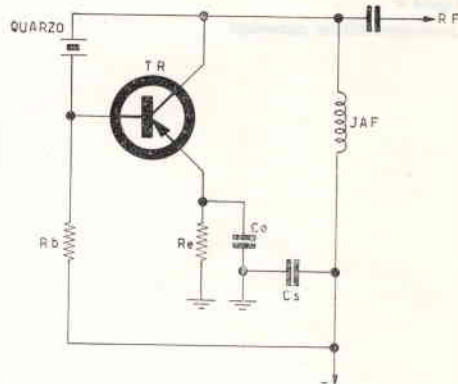
● La misura delle frequenze, in campo radiotecnico, come del resto quella del tempo, in campo astronomico, è una delle cose più difficili a farsi, quando si vogliano ottenere sufficienti garanzie di precisione. Anche per il dilettante è essenziale avere dei solidi punti di riferimento per la taratura e il controllo della scala del proprio ricevitore e — se è radioamatore — della propria frequenza di emissione [1]. Molto spesso il « campione di frequenza » del laboratorio è purtroppo un oscillatore modulato commerciale le cui garanzie di precisione e di costanza nel tempo sono appena sufficienti per permettere la taratura di un canale a F.I. o di una supereterodina ad onde medie, ma non per quella, ad esempio, di un ricevitore professionale a bande allargate. Questo in generale, salvo alcune eccezioni che si chiamano General Radio, Marconi Instruments ecc., che escono però dalle possibilità di un « mediodilettante », oppure « calibartori a quarzo » ●

Lo strumento che oggi vi presento non è altro che una variante del classico calibratore: ciononostante presenta alcune caratteristiche che lo rendono assolutamente « nuovo ».

Il circuito solitamente impiegato per la realizzazione di calibratori, oscillatori universali o provaquarzi è quello della fig. 1: un **Pierce** in cui il quarzo, unico elemento risonante, oscilla in fondamentale o (e questo dipende dal tipo di taglio del cristallo) sulla frequenza per cui presenta la più alta attività, generando contemporaneamente una serie teoricamente infinita di armoniche, la cui ampiezza decresce con l'aumentare della frequenza. Un tale circuito però non oscilla con ogni tipo di cristallo: con quarzi di frequenza inferiore al megaciclo esso diviene praticamente inattivo. La ragione forse più accettabile

di un simile comportamento va ricercata nell'aumento delle dimensioni fisiche del cristallo stesso, che perciò necessita di una maggiore tensione di eccitazione, di un aumento cioè del tasso di reazione positiva del circuito. Come è noto, infatti, anche il Pierce, pur non presentandone i segni evidenti, è un oscillatore « a tre punti »: un Colpitts, insomma, in cui però il partitore capacitivo è costituito dalle capacità placca-catodo e griglia-catodo, nel caso di un tubo elettronico, collettore-emettitore e base-emettitore, nel caso di un transistore. È il partitore capacitivo che determina l'entità dell'effetto reattivo, e trat-

Figura 1

Oscillatore Pierce aperiodico

[1] Ricordiamo, per coloro che sono o aspirano a diventare radioamatori, alcune delle norme tecniche relative all'impianto e all'esercizio delle stazioni di radioamatore (Art. 5 D.P.R. 14 gen. 1954) a) Il trasmettitore dovrà essere munito di stadio pilota. La tolleranza di frequenza ammissibile non deve essere in nessun caso superiore a 0,05 % ... (omissis) ... i) ... (omissis) ... Nel caso che la frequenza impiegata non sia suscettibile di essere regolata, in modo che essa soddisfi alle tolleranze ammesse alla lettera a) del presente articolo, la stazione deve essere dotata di un dispositivo atto a permettere la misura della frequenza con una precisione almeno uguale alla metà di detta tolleranza.

tandosi di capacità così basse come sono quelle interelettrodiche di un tubo o di un semiconduttore, esso può, col diminuire della frequenza, diventare insufficiente. Si può obiettare che sarebbe facile aumentare, esternamente, tali capacità: ma intervengono allora altre difficoltà, quali l'eccessivo caricamento del cristallo, che ancora in molti casi (quando il taglio del cristallo non è perfetto ad esempio) non permettono una regolare oscillazione. Più che una questione di reazione si tratta quindi di una questione di **sfasamento** del segnale: il segnale in entrata non ha subito una sufficiente rotazione di fase rispetto a quello in uscita, e, anzichè aversi una reazione, si ha una controreazione. Un metodo molto semplice per ovviare a questo inconveniente sarebbe quello di inserire nel circuito dell'oscillatore un circuito oscillante parallelo: ma ciò toglierebbe all'oscillatore quella caratteristica di aperiodicità che è pregio essenziale di un calibratore. Ed ecco infine come abbiamo risolto il problema: con una sola commutazione, il circuito « cambia faccia ». Il classico Pierce aperiodico, che useremo con cristalli di frequenza superiore al megaciclo, diventa un Miller semiaperiodico. Il tutto è dovuto alla scelta particolare dell'induttanza L1, che, risuonando attorno al megaciclo con Q abbassato dal carico che per essa rappresenta il transistore, permette lo sfasamento necessario al funzionamento del circuito Miller, al disotto del megaciclo circa

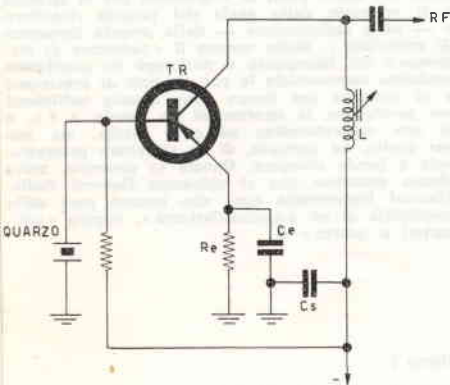



Figura 2
Oscillatore Miller accordato

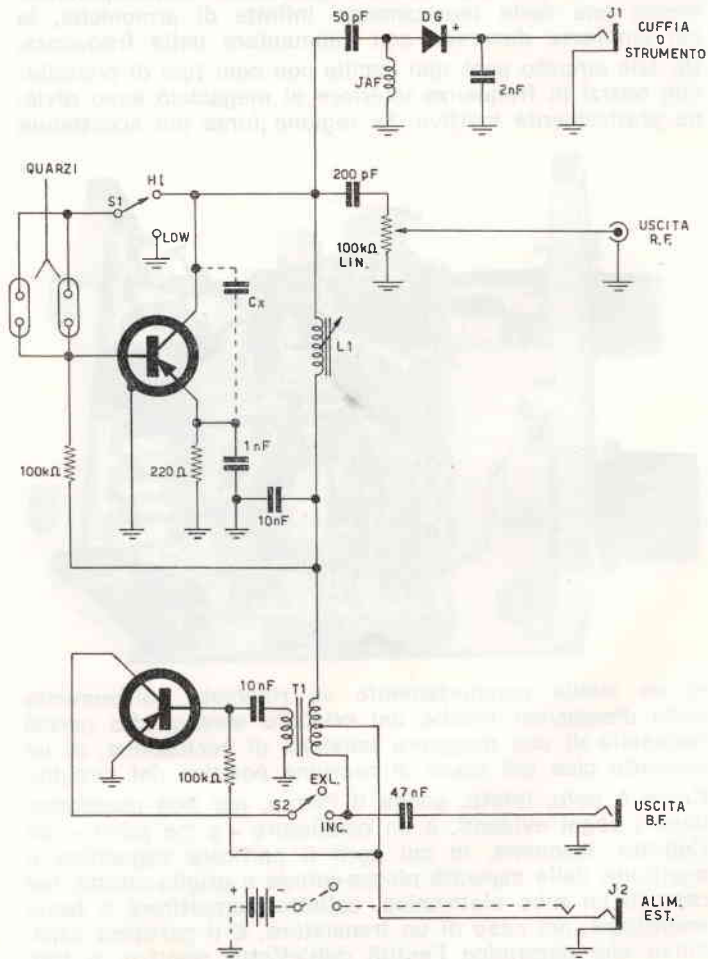



Figura 3
Schema elettrico

sino a 100 kHz, e al di sopra del megaciclo costituisce l'impedenza di placca del circuito Pierce. Aggiungeremo infine che tale bobina ... è una normale « sintonia onde medie » del genere della Corbetta CS2, Microdyn 021: niente di particolare, dunque.

Il circuito completo (fig. 3) consta di tre sezioni: l'oscillatore ad alta frequenza, l'oscillatore-modulatore di bassa frequenza, il rivelatore a diodo; pur mantenendo un'impostazione molto semplice, questo strumento si presta per un discreto numero di funzioni, e precisamente:

1) calibratore modulato e non;
2) provaquarzi con indicazione dell'attività del quarzo;
3) frequenzimetro eterodina di precisione;
4) sorgente di segnale a B.F..

CALIBRATORE

Per l'uso come calibratore sarà necessario potere disporre di alcuni quarzi campione, reperibili con una certa facilità ancor oggi sul mercato del surplus con tolleranze di frequenza dell'ordine dello 0,001%, ovvero ordinandoli a ditte specializzate, accontentandosi però di una maggiore tolleranza (0,005-0,0025 a seconda del tipo e della Ditta). Per dovere informativo segnaliamo: A.P.I.-Milano, C.I.S.E.M. Bologna (via M.E. Lepido, 178), L.A.B.E.S.-Milano (via Lattanzio, 9) nonché la Montagnani Surplus di Livorno che, oltre a disporre dei campioni surplus su prezzi che si aggirano attorno alle 4000 lire, può fornire (sebbene con la tolleranza dello 0,03%) anche cristalli su ordinazione.

Le frequenze che consigliamo per rendere il calibratore uno strumento completo e insostituibile sono: 100 kHz, 500 kHz, 1000 kHz nonchè 467 kHz, per la taratura delle medie frequenze europee, eventualmente 455 kHz, per la taratura delle medie frequenze amricane e giapponesi e 3500 kHz per la comoda individuazione degli inizi di gamma delle bande dilettantistiche (3,5-7-14-21-28 MHz).

Per inciso; il quarzo a 467 kHz può servire anche per fare un ottimo filtro a quarzo per il vostro ricevitore professionale, se ne possedete uno ancora sprovvisto di tale utile dispositivo. Se invece il vostro professionale ha un filtro a quarzo, ebbene, potete toglierli momentaneamente il quarzo a 467 kHz per le calibrazioni. Se non avete ricevitore professionale ... come non detto.

Altro inciso: quarzi a 467 e 3500 kHz sono pure presenti nel catalogo Geloso, come parti di ricambio per ricevitori professionali. Con la modulazione inserita, potremo distinguere i « markers » del calibratore da altri segnali non modulati. Con la modulazione disinserita sarà invece più agevole trovare il centro esatto della portante. Ancora la modulazione inserita ci consentirà di valerci di un misuratore di uscita per le tarature di massima area, anzichè di un voltmetro elettronico sul C.A.V.

Il potenziometro di uscita agisce come attenuatore: non permette, è vero, un'uscita a impedenza costante, ma ciò, per gli usi comuni, non è sentito come uno svantaggio.

PROVAQUARZI

Per la verifica dell'efficenza di un cristallo, e per la misura della sua attività, si disporrà uno strumento da 5 mA fondo scala sull'uscita J1, utilizzando un jack di connessione. Il positivo dello strumento al centrale, il negativo a massa. A seconda della frequenza del quarzo

COMPONENTI

TR1 Philips OC170 ovvero OC171.

TR2 Philips OC71, S.G.S. 2G109. Non è critico e può essere sostituito da un qualsiasi semiconduttore PNP per B.F. di bassa o media potenza.

DG Diodo al germanio di qualità: OA85, OA79, 1G26, 1N84/A ecc.

L1 Bobina di sintonia per onde medie (svolgere l'avvolgimento di aereo): Helvet (ex Microdyn) 021, Corbetta CS2, G.B.C. 0/486.

JAF Impedenza A.F., Geloso N. 557.

T1 Trasformatore pilota per push-pull di OC72 (nel prototipo si è impiegato il pilota del Sony TR 610). Non critico. La frequenza di oscillazione B.F. può essere variata cambiando il valore del condensatore di accoppiamento di base.

P1 Potenziometro 100 kohm - lineare o logaritmico - qualità ottima.

S1 Commutatori doppi a slitta o a pallino, con le due sezioni collegate in parallelo per un miglior contatto.

E inoltre:

— bocchettone di uscita coassiale - tre prese jack - basetta, ribattini e scatola modulare TEKO - zoccoli per quarzi - viti - stagno-filo da connessioni - piedini di gomma per la scatola.

— le resistenze indicate a schema (10 % - 1/2 W)

— i condensatori indicati a schema: ceramici a disco per la parte alta frequenza, a carta per la sez. B.F.

Nel prototipo si è preferito far uso di un alimentatore esterno, anzichè di una pila interna, ma le due cose possono coesistere, approfittando della commutazione del jack, che stacca la pila quando si connette l'alimentatore.

BIBLIOGRAFIA

F. E. Terman - Electronic and radio engineering, (trad. M. Santoro), Vol. II, pagg. 26-40, Ed. CELI, Bologna.

M. Personali - Radio e televisione con tubi elettronici, pagg. 134-136, Ed. Il Rostro, Milano, 1956.

N. Callegari - Radiotecnica per il laboratorio, Il Rostro, Milano 1958.

Louis E. Garner Jr. - Transistori, (trad. R. Rosati), pagg. 243-245, Ed. CELI, Bologna.

si predisporrà il commutatore S1: posizione HI per quarzi con frequenza di risonanza superiore al megaciclo, posizione LOW per gli altri. Una lettura di circa 1 mA segnala un'attività normale.

Pure disponendo una cuffia, al posto dello strumento, si potrà avere un'indicazione, seppure di tipo quantitativo: innestando il quarzo, con la modulazione inserita, si dovrà sentire il segnale audio in cuffia, se il cristallo è efficiente. I cristalli in overtone manifestano, in genere, un'attività leggermente minore di quelli in fondamentale. Così pure, pari restando la qualità del cristallo, la lettura diminuirà con l'aumentare della frequenza.

FREQUENZIMETRO ETERODINA

Valendoci del nostro calibratore potremo pure tarare oscillatori. Iniettando infatti nel bocchettone di uscita del calibratore un segnale proveniente dall'oscillatore che si desidera tarare, innestando ad es. il cristallo da 1 MHz e connettendo un paio di cuffie in J1, ruotando la manopola di sintonia dell'oscillatore si sentiranno in cuffia tanti fischi di frequenza prima decrescente, poi crescente (battimenti), che contornano il punto di « battimento zero », corrispondente a una frequenza dell'oscillatore variabile esattamente multipla di megaciclo. Marcati quindi sulla scala dell'oscillatore i punti relativi ai megacicli interi, innesteremo il quarzo da 500 kHz e segneremo i punti corrispondenti ai multipli di mezzo megaciclo, e poi ancora col cristallo da 100 kHz i punti distanti fra loro 100 kHz. L'oscillatore-modulatore del calibratore ha le costanti calcolate per oscillare attorno ai 400 Hz (la frequenza standard di modulazione per gli oscillatori modulati). Il segnale a B.F. può essere usato per il collaudo e la messa a punto di piccoli amplificatori o di sezioni di bassa frequenza di trasmettitori, ed è per ciò prevista un'apposita uscita.

IL PROTOTIPO

La disposizione dei componenti e la struttura del prototipo è di per sè evidente dalle fotografie; il circuito è stato realizzato quasi interamente sopra una basetta di perforato plastico opportunamente rivettato, e sistemato quindi all'interno di una scatola metallica, sulle cui due fiancate sono stati montati i componenti che devono essere accessibili, vale a dire il bocchettone di uscita, il potenziometro attenuatore da una parte, i tre jacks miniatura (uscita B.F., cuffia o strumento, alimentatore esterno), i due commutatori e i due zoccoli per i quarzi (miniatura HC-6/U e FT171-FT243). Precauzioni particolari per il montaggio non ve ne sono, tranne quella di raggruppare i componenti della sezione oscillatrice di alta frequenza e di montare il complesso in scatola metallica con uscite schermate, per evitare che segnali indesiderati portino scompiglio e anarchia nelle vostre misure. Ultimo consiglio: la bobina L1 **è critica;** se non doveste riuscire a fare oscillare il quarzo da 100 kHz, provate a « prolungarla », avvolgendole di seguito, sulla parte rimasta libera dall'avvolgimento di aereo, una trentina di spire di filo Litz. Oppure, meglio, adottate una bobina di ampiezza per televisori, a nucleo regolabile, e reperibile nell'assortimento G.B.C. come M/862.

Se l'oscillatore fosse invece « renitente » alle frequenze più alte, provate a inserire un condensatore di capacità compresa tra 6,8 e 33 pF fra collettore ed emettitore del transistore (Cx).

Notiziario semiconduttori

● **Nel notiziario pubblicato sul n. 6, 1964 di C. D. abbiamo trattato per esteso gli stadi d'uscita in classe A, soffermandoci su due configurazioni fondamentali e sulle relative caratteristiche essenziali. Indubbiamente l'argomento della classe A è di importanza fondamentale, tuttavia se si dovesse fare una statistica certamente ne risulterebbe che gli stadi d'uscita in classe B sono i più usati.**
Qual'è la ragione di questa preferenza? Come è fatto e come funziona uno stadio amplificatore in classe B? L'intendimento di questo notiziario è appunto di rispondere a questi interrogativi ●

Una nota sulla classe B transistorizzata

a cura di **Ettore Accenti**

Come per la classe A, i due transistori necessari per la classe B possono essere impiegati indifferentemente in circuito a emittore comune, o base comune, o collettore comune. Il circuito a emittore comune è però il più impiegato per i suoi intrinseci vantaggi, per cui nel seguito ci riferiremo esclusivamente a questo circuito, se non diversamente specificato. Alla fine tratteremo sommariamente anche gli altri due tipi di circuiti.

La classe B transistorizzata può essere definita come **quella configurazione circuitale in cui due transistori sono così polarizzati che in assenza di segnale la corrente di collettore è nulla (o quasi nulla).**

Figura 1
Classe B del tipo a emettitore comune

Questa definizione ci dice che a riposo i transistori si trovano in regime d'interdizione o prossimi a tale condizione per cui un'amplificazione corretta d'un completo segnale sinusoidale si avrà solo mediante un opportuno artificio. Contemporaneamente però i transistori funzionano con correnti a riposo quasi nulle, risultandone una bassa dissipazione d'energia e quindi un alto rendimento.

Vediamo di chiarire meglio questo vitale punto della classe B.

In fig. 1 è riportato lo schema fondamentale di uno stadio d'uscita in classe B transistorizzato. Le basi dei due transistori sono prive di polarizzazione, e in assenza di segnale le correnti di base I_B e le correnti di collettore I_C sono nulle (o quasi). Questo solo nel caso teorico che stiamo esemplificando; vedremo poi come in pratica si renda necessaria una piccola polarizzazione per motivi di distorsione.

Ora sezioniamo la classe B di fig. 1 con una linea orizzontale; in altre parole consideriamo la metà superiore del circuito come indicato nella fig. 2. Ne otteniamo uno stadio d'uscita servito da un solo transistore che assomiglia in un certo qual modo a uno stadio in classe A. Qui però si ha l'importante differenza che la base non è in alcun modo polarizzata. Questo stadio ha all'ingresso me-

tà dell'avvolgimento secondario di T1 e all'uscita metà dell'avvolgimento primario di T2. Supponiamo ora che giunga alla base del transistore un segnale sinusoidale attraverso il trasformatore T1 e più precisamente un periodo completo T (fig. 2). La seconda metà del ciclo sinusoidale è tale da far aumentare la corrente di collettore I_C del transistore, cosicché questa seconda metà di ciclo viene amplificata e si presenta all'uscita come illustrato in fig. 2. Diversamente la prima metà del ciclo è tale da far diminuire la corrente I_C di collettore, ma il transistore si trova in interdizione (cioè con I_C già nulla) per cui questa prima metà non viene amplificata per nulla.

Sappiamo così che il primo transistore del circuito di fig. 1 amplifica la sola seconda metà del ciclo sinusoidale completo.

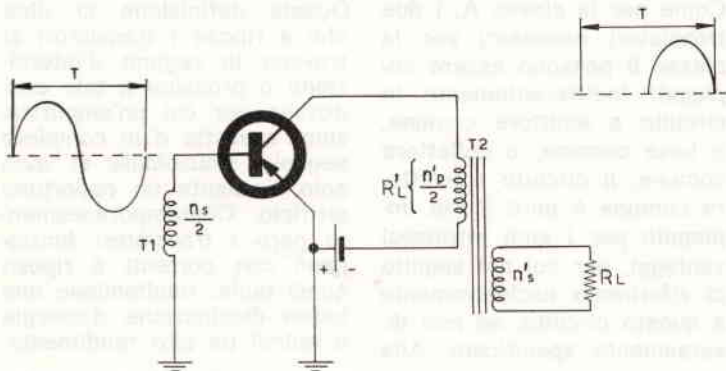



Figura 2

Metà classe B

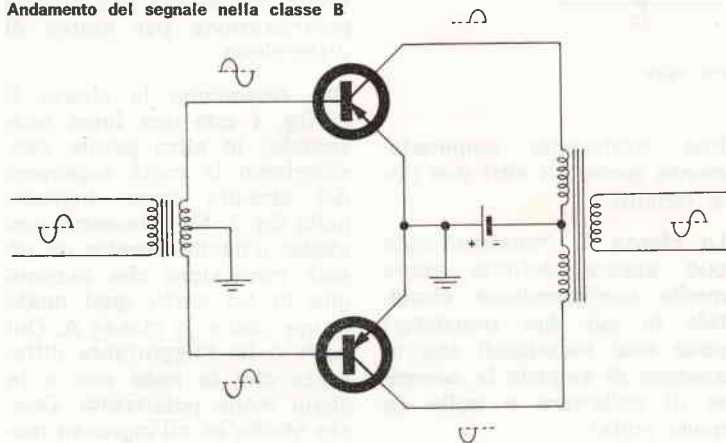
Ma nel nostro stadio in classe B è presente un secondo transistore ed evidentemente a questo toccherà d'amplificare la prima metà del ciclo: vediamo come. All'ingresso dello stadio in classe B è presente un trasformatore con secondario a presa centrale, T1; questo trasformatore ha la proprietà di fornire alle due basi dei transistori segnali sfasati di 180°; cioè quel semiciclo che per il primo transistore era secondo in ordine di tempo, per l'altro transistore è primo. E perciò mentre un transistore non è in grado d'amplificare il primo ciclo del segnale, questo primo ciclo viene amplificato dall'altro transistore.

All'uscita della classe B, poi, i segnali vengono opportunamente sovrapposti mediante il trasformatore T2 e al carico R_L si presenta il segnale completo e amplificato.

Concludendo e sintetizzando, i due transistori di uno stadio in classe B amplificano separatamente il primo e il secondo semiciclo, partendo dalla condizione iniziale di corrente I_C nulla.
La fig. 3 rappresenta visivamente l'insieme del modo d'operare della classe B.

Da quanto detto scende evidente che in assenza di segnale il consumo dello stadio è ridottissimo; e appunto questo è uno dei pregi fondamentali che fanno preferire la classe B alla classe A; è infatti possibile toccare rendimenti elevatissimi con un massimo teorico di 78,5 per cento. A ciò si aggiunge poi l'elevata potenza d'uscita conseguibile grazie alla bassa dissipazione cui sono soggetti i transistori.

Figura 3

Andamento del segnale nella classe B

DATI QUANTITATIVI

Tralasciando le dimostrazioni, per uno stadio in classe B si giunge alle seguenti importanti relazioni (con riferimento alla fig. 1):

Massima potenza d'uscita in watt: $P_u = \frac{V_{al}^2}{2R'_L}$

dove R_L' è l'impedenza che un transistore vede alla sua uscita e che, per effetto del trasformatore T2, è data in ohm da:

$$R_L' = \frac{1}{4}\left(\frac{n'_p}{n'_s}\right)^2 R_L$$

Potenza media fornita dall'alimentazione:

$$P_{al} = \frac{2V_{al}^2}{\pi R'_L} = \frac{4}{\pi} P_u \qquad \text{[watt]}$$

ossia approssimativamente:

$$P_{al} = 1{,}273 \cdot P_u \qquad \text{[watt]}$$

Massimo rendimento teorico:

$$n = \frac{P_u}{P_{al}} = \frac{\pi}{4} = 0{,}785$$

ossia in percentuale:

$n\% = 78{,}5\%$

Tutti questi dati essenziali riescono di particolare utilità sia per progettare nuovi circuiti che per verifiche, in quanto consentono valutazioni precise sui principali parametri del circuito.

Si noti l'elevatissimo rendimento conseguibile, che in pratica è agevole mantenere tra 70 e 75%.

DISTORSIONE

Alla classe B s'associano due particolari tipi di distorsione dovuti alla forma del circuito in controfase. La prima è conseguenza delle inevitabili differenze nelle caratteristiche elettriche dei due transistori impiegati. Queste differenze (soprattutto nei guadagni in corrente h_{fe}) producono all'uscita distorsione di tipo armonico, evitabile solo con la scelta oculata di coppie selezionate di transistori. In genere con le apposite coppie messe in commercio quest'inconveniente è per la massima parte evitato. Il secondo tipo di distorsione è peculiare del modo d'operare dei transistori in questo circuito, ed è detta « distorsione d'incrocio » (in inglese « cross-over distortion »). Questa è dovuta alla variazione della resistenza d'emittore al variare della corrente d'emittore; e tale variazione è tanto più pronunciata quanto più vicina a zero è la corrente d'emittore. In altre parole la massima distorsione d'incrocio si ha proprio nel caso d'assenza di polarizzazione che abbiamo trattato all'inizio.

Il segnale affetto da distorsione d'incrocio si presenta come in fig. 4, dove la linea tratteggiata rappresenta il segnale sinusoidale indistorto.

Per evitare o almeno attenuare la distorsione a incrocio si rende necessario aggiungere al circuito teorico di fig. 1 un'opportuna rete di polarizzazione. In genere si impiega un semplice circuito come indicato in fig. 5, dove le resistenze R1 e R2 provvedono a dare un potenziale leggermente negativo alle basi rispetto agli emittori. Col che (ed eventualmente regolando R2) si elimina quasi totalmente la distorsione a incrocio. Va osservato però che con l'aumentare della corrente di base (e di emittore) diminuisce la detta distorsione, ma aumenta anche la dissipazione nei transistori e s'abbassa il rendimento del circuito; in genere si raggiunge un compromesso tra distorsione d'incrocio e rendimento.

Per avere un ordine d'idea, uno stadio in classe B di piccola potenza ($P_u = 500$mW) richiede una polarizzazione tale che provochi ai collettori dei due transistori una corrente di 1-3 mA. Per elevate potenze ($P_u = 10$ watt) si può giungere a correnti di collettore di qualche decina di mA.

Figura 4
Distorsione d'incrocio

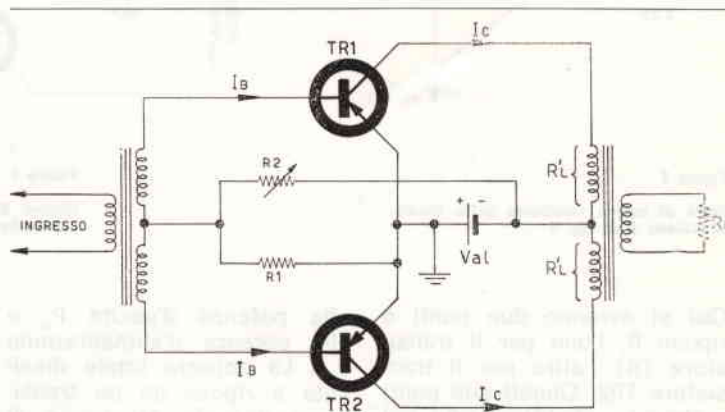



Figura 5
Classe B provvista di polarizzazione

Ic
retta di carico C.A. - pendenza = $\frac{1}{R'_L}$
punto a riposo
R
I'c
Val
VCE
I'c = corrente di collettore a riposo
$tg\alpha = \frac{1}{R'_L}$

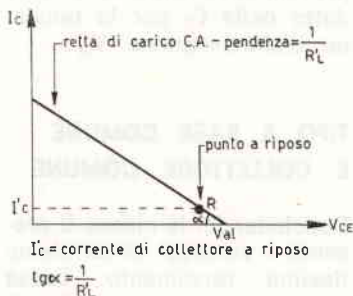



Figura 6
Retta di carico di un transistore della classe B

RETTA DI CARICO

La retta di carico per un transistore polarizzato come in fig. 5 si presenterà nella forma data in fig. 6, dove

R rappresenta il punto di lavoro del transistore a riposo, cioè privo di segnale.

Quando questo transistore amplifica il suo semiciclo, il punto R si sposta salendo sulla retta di carico.

Unendo la retta di carico del primo transistore, alla seconda dell'altro transistore ruotata di 180°, si ottiene la retta di carico completa dello stadio in classe B (fig. 7).

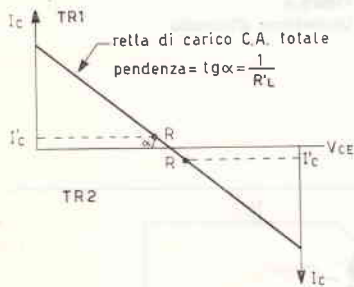



Figura 7

Retta di carico risultante dello stadio in classe B di fig. 5

Figura 8

Aree rappresentative di potenze (watt)

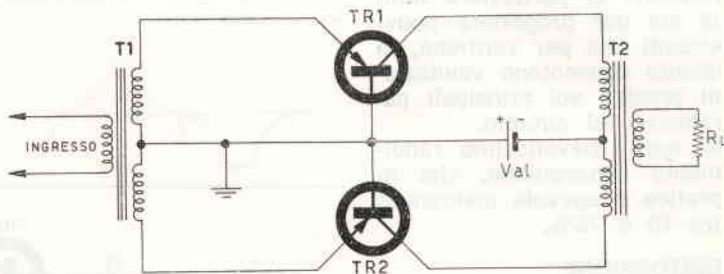



Figura 9

Classe B con transistori a base comune; caratteristica: non necessari transistori selezionati

Qui si avranno due punti a riposo R, l'uno per il transistore TR1 l'altro per il transistore TR2. Questi due punti a riposo coincidono solo nel caso teorico in cui non vi siano polarizzazioni di base, e si verrebbero a trovare sull'asse delle tensioni V_{CE}.

Allorchè viene amplificato un segnale sinusoidale, nel primo semiciclo lavora (per esempio) TR1 e si sposta il punto R relativo a TR1 alzandosi lungo la retta di carico; nel secondo semiciclo lavora TR2 e il suo punto R si sposta scendendo lungo la retta di carico, mentre l'altro punto R resta fisso.

Come già fatto nel notiziario di C.D. n. 6, 1964, si possono rappresentare geometricamente le potenze in gioco nello stadio in classe B; e in fig. 8 sono appunto indicate le aree corrispondenti alla potenza d'uscita P_u e alla potenza d'alimentazione P_{al}. La potenza totale dissipata a riposo da un transistore dipende dal grado di polarizzazione, ed è data approssimativamente dal prodotto della I'_C per la tensione d'alimentazione V_{al}.

TIPO A BASE COMUNE E COLLETTORE COMUNE

Concludendo, la classe B presenta i vantaggi di un elevatissimo rendimento, bassa dissipazione nei transistori, e quindi elevata potenza d'uscita. Di contro la classe B richiede una coppia di transistori selezionati per bassa distorsione armonica e un'oculata polarizzazione onde evitare distorsione d'incrocio.

È inoltre necessario l'impiego di due trasformatori particolari: l'uno d'ingresso con secondario a presa centrale, l'altro d'uscita con primario a presa centrale. Esistono però altre configurazioni circuitali, oggi abbastanza usate, che consentono d'evitare l'uso d'uno o addirittura d'ambedue i trasformatori: ne vedremo alcuni esempi pratici alla fine.

Prima non vanno dimenticati due altri modi d'operare di uno stadio di classe B, anche se meno usati del precedente, ma che presentano alcune peculiari caratteristiche. Si tratta delle classi B con transistori a base comune e a collettore comune (fig. 9, 10).

Il primo circuito a base comune (fig. 9) non richiede una coppia di transistori particolarmente selezionata: le caratteristiche d'amplificazione restano buone anche con transistori non molto uguali.

Il secondo circuito (fig. 10), a collettore comune, presenta uniti due vantaggi: elevata impedenza d'ingresso (tipica di ogni schema con transistore a collettore comune) e assenza quasi totale di distorsione d'incrocio. Questi due tipi di circuiti rendono però un guadagno in potenza basso e vengono preferiti al tipo a emittore comune solo in casi speciali, ove i loro particolari vantaggi siano d'importanza preminente.

ESEMPI PRATICI

La fig. 11 riporta un classico esempio di stadio in classe B servito da due vecchi transistori Philips di media potenza: gli OC74. Il circuito è in grado di fornire una potenza d'uscita di 1 watt con discreta linearità.

Utilizzando un circuito dalla forma identica si possono raggiungere potenze d'uscita di qualche decina di watt; varieranno naturalmente i valori e i tipi di componenti.

L'eliminazione dei trasformatori conseguibile con altri circuiti ha dato popolarità a uno schema del tipo di quello riportato in fig. 12. Qui il transistore pilota sostituisce il trasformatore d'ingresso, grazie al fatto che esso presenta su collettore ed emittore segnali sfasati di 180°.

S'intenda bene che evitare l'impiego di trasformatori comporta i suoi lati negativi; infatti in quest'ultimo caso il guadagno in potenza totale del circuito è notevolmente inferiore a quello che si otterrebbe con l'impiego del classico circuito a trasformatori.

Il problema è però risolto aumentando l'amplificazione degli stadi precedenti aggiungendo, per esempio, uno stadio amplificatore.

Il circuito di fig. 12 consente una potenza d'uscita

Figura 10
Classe B con transistori a collettore comune. Caratteristiche: elevata impedenza d'ingresso (Zin) bassa distorsione di incrocio

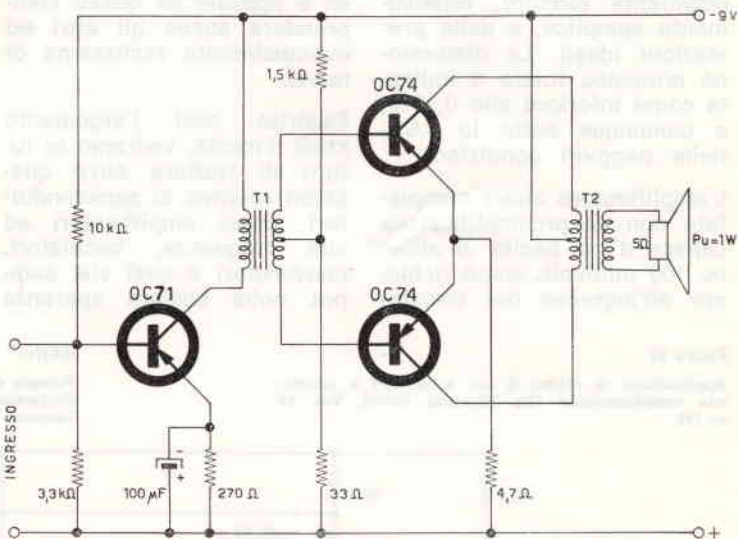
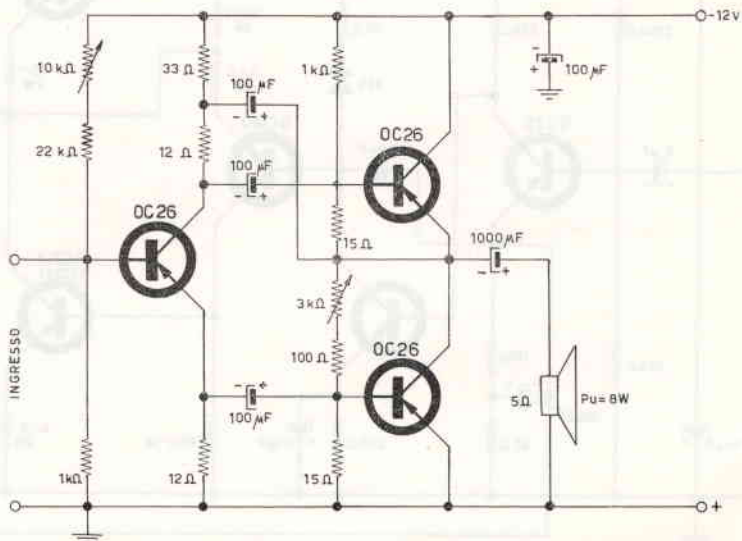



Figura 11 Esempio di classe B con transistore pilota

Figura 12 Esempio di classe B senza trasformatori

di circa 8 watt su un carico di circa 5 ohm d'impedenza e la mancanza dei trasformatori libera l'amplificazione del grave taglio da essi apportato alle alte e basse frequenze.

Infine in fig. 13 è riportato lo schema relativo alla parte di potenza di un ottimo amplificatore transistorizzato.

Qui viene impiegato in uscita un doppio stadio ibrido in classe B, utilizzante un transistore NPN in simmetria complementare. Si ottiene un eccellente circuito, relativamente semplice, e dalle prestazioni ideali. La distorsione armonica totale è indicata come inferiore allo 0,25%, e comunque sotto lo 0,5% nelle peggiori condizioni.

L'amplificatore andrà completato con un preamplificatore capace d'una uscita di almeno 100 millivolt, come richiesto all'ingresso del circuito di fig. 13 per la massima potenza d'uscita.

CONCLUSIONE

Abbiamo così completato lo studio degli stadi d'uscita transistorizzati a frequenza audio. Esistono molte varianti applicabili alle forme circuitali fondamentali viste, sia con lo scopo di migliorarne alcune caratteristiche elettriche, sia con intendimenti economici. Tuttavia una volta compresi gli schemi base è agevole da questi comprendere anche gli altri ed eventualmente realizzarne di nuovi.

Esaurito così l'argomento stadi d'uscita, vedremo in futuro di trattare altre questioni relative ai semiconduttori, come amplificatori ad alta frequenza, oscillatori, convertitori e così via, sempre nella sincera speranza d'incontrare l'interesse del Lettore.

ERRATA CORRIGE

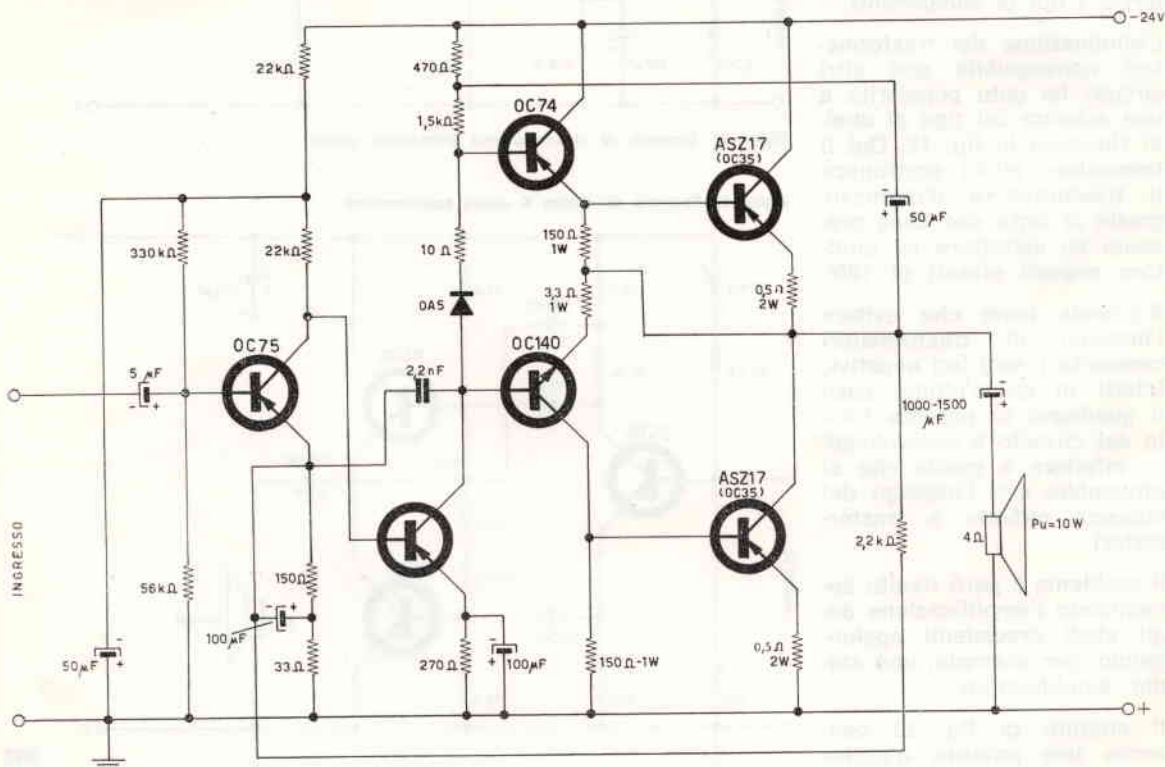
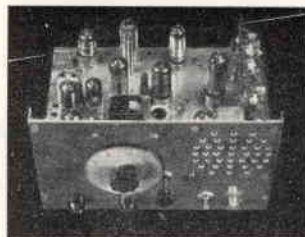
C.D. n. 6, 1964 - Notiziario semiconduttori - pag. 243.

L'area relativa alla potenza d'alimentazione P_{al} di fig. 6, è da intendersi limitata fino a V_{al}. Infatti tale potenza è data da: $P_{al} = I_C \cdot V_{al}$.

Figura 13

Applicazione di classe B con transistori a simmetria complementare (Da Wireless World, Vol. 67 n. 11)

DATI:

Potenza di uscita = 10 watt
Distorsione armonica totale = 0,25 %
Tensione d'ingresso per 10 watt d'uscita = 100 mV.

Complesso ricetrasmittente portatile per i 28 e i 144 MHz

il trasmettitore per 144 MHz

di i1VH Gianni Vecchietti

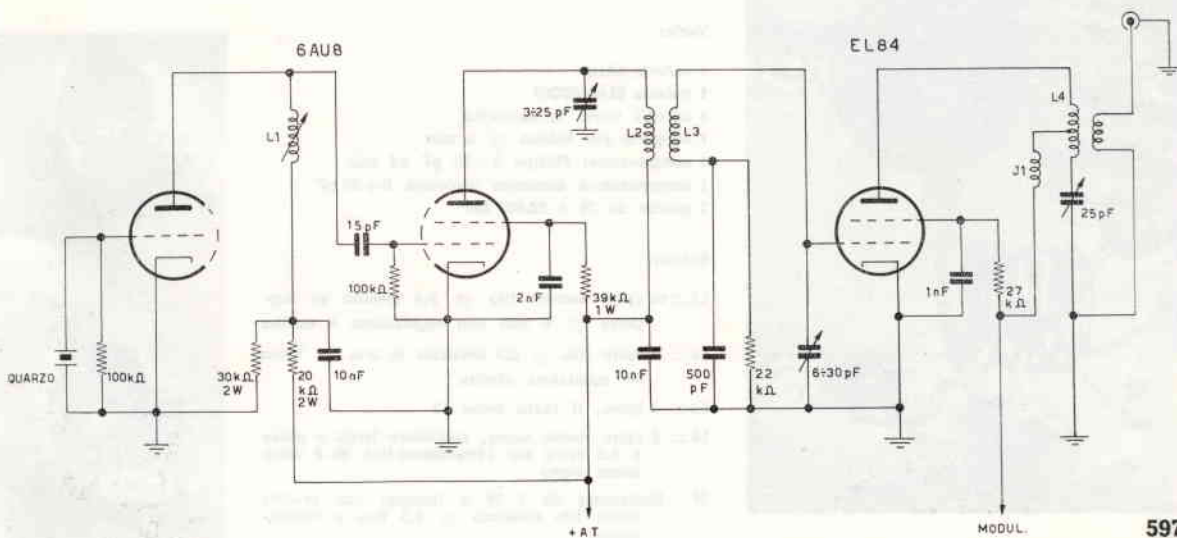
I precedenti articoli della serie:

Il ricevitore per 28 MHz (n. 11/63)
Il trasmettitore per 28 MHz (n. 12/63)
Il convertitore 144→28 MHz (n. 5/64)
Il modulatore e l'alimentatore (n. 11/64)

Prima di inziare la descrizione di questo piccolo trasmettitore, premetto che tutte le mie realizzazioni le ho improntate con un criterio di massima semplicità. Assicuro però che se si sono seguite le istruzioni, abbastanza semplici, il successo è garantito. Questo trasmettitore doveva avere per me alcuni requisiti che penso di avere ottenuto: compattezza massima in quanto doveva stare in un piccolo spazio trovato nel telaio; massima semplicità in sede di messa a punto e non assorbire troppa corrente, perchè c'era la limitazione dell'alimentatore. Questo piccolo TX si compone di due valvole: la prima è una 6AU8: triodo pentodo nata come amplificatore finale video dei televisori e controllo automatico di guadagno. La sezione triodo oscilla a quarzo sui 36 Mc; il pentodo duplica sui 72 Mc. Dopo di questo c'è la EL84, valvola nota per Bassa Frequenza, che duplica a sua volta in 144 Mc dando sul carico circa 1W a Radio Frequenza. Avevo provato anche a fare amplificare la EL84, ma ho avuto un sacco di noie perchè autooscillava tutto. Alla fine ho dovuto fare il TX come è appunto ora. La semplicità di questo TX sta appunto nel fatto che gli stadi duplicano e non amplificano. Il rendimento è scarso ma ne consegue una semplicità notevole di costruzione.

L'accoppiamento tra l'oscillatore e il finale avviene tramite due circuiti accordati per ottenere il massimo se-

Schema elettrico Tx 144 MHz di G. Vecchietti.

Complesso ricetrasmittente portatile per i 28 e i 144 MHz

Elenco dei componenti

Resistenze:	Condensatori:
da 1/2 watt	ceramici 500 V.L.
100 kΩ — 2	15 pF — 1
22 kΩ — 1	1.000 pF — 1
27 kΩ — 1	2.000 pF — 1
da 1 watt	10.000 pF — 2
39 kΩ — 1	
da 2 watt	
20 kΩ — 1	
30 kΩ — 1	

gnale possibile sulla griglia della EL84. Le due bobine sono accoppiate induttivamente e lievemente lasche. Facendo ciò si ottiene una larghezza di banda minore, con conseguente maggiore trasferimento di segnale sulla frequenza di accordo. Naturalmente cambiando la frequenza del quarzo bisogna ritoccare tutti gli stadi. Se invece avessi stretto l'accoppiamento tra le due bobine, il segnale sarebbe calato, ma uniformemente su una porzione relativamente larga di frequenza.

L'accordo di placca della EL84 avviene « in serie » per compensare le perdite dovute alla capacità di placca piuttosto elevata. Così facendo si ottiene ancora un buon Q del circuito di placca, e si può fare una regolazione fine del circuito stesso.

Il trasferimento della RF all'antenna avviene con il solito sistema del link.

Per la messa a punto regolarsi come segue: dare anodica al triodo oscillatore e accertarsi che sulla placca vi sia una tensione di circa 100÷120 V e non di più.

Connettere in serie alla resistenza di griglia del pentodo 6AU8 verso massa un milliamperometro da 5 mA fondo scala. Regolare il nucleo di L1 per il massimo della corrente letta sullo strumento; ruotare il nucleo per una corrente leggermente inferiore al massimo. Staccare il quarzo dallo zoccolo e rimetterlo: la corrente deve ritornare al valore di prima. Ora collegare lo strumento alla resistenza di griglia della EL84 e ritoccare gli accordi di L2 e L3 per il massimo della corrente letta. A questo punto potete collegare una lampadina da 6,3 V 0,13 A ai capi del link e regolare il condensatore di L4 per la massima luminosità. Se ciò non avviene provare ad allargare o stringere le spire di L4 con un cacciavite di materiale isolante per non creare capacità con le mani. Non mi resta altro da dire se non farvi i soliti auguri di buon lavoro!

FINE

Varie:

1 valvola 6AU8
1 valvola EL84(6BQ5)
2 zoccoli noval in ceramica
1 supporto per bobina ∅ 6 mm
2 compensatori Philips 3÷25 pF ad aria
1 compensatore ceramico circolare 6÷30 pF
1 quarzo da 36 a 36,500 Mc

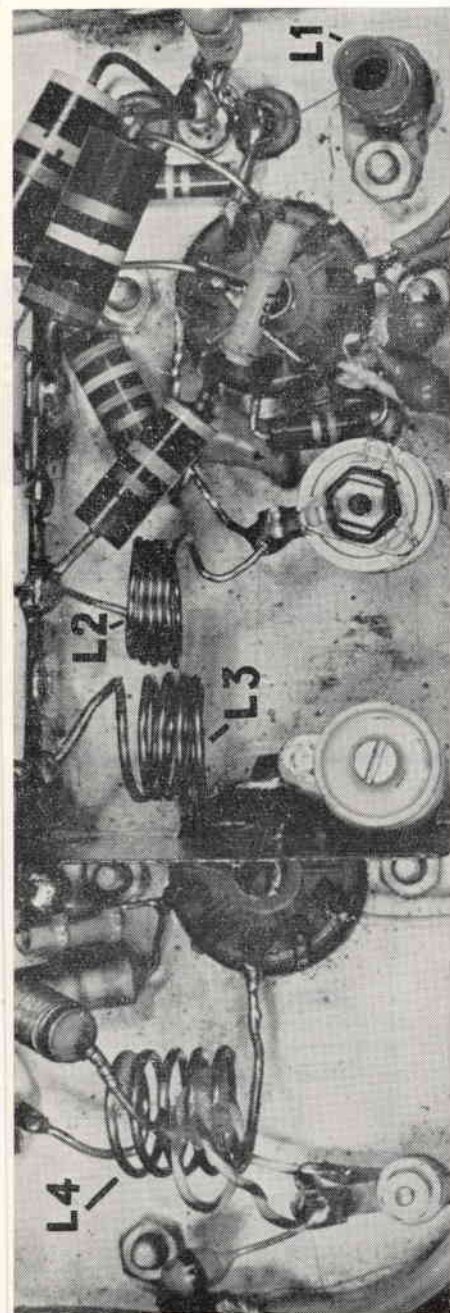
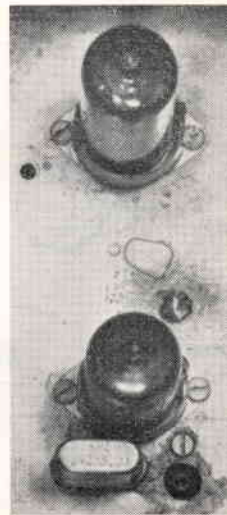
Bobine:

L1 = 16 spire serrate filo ∅ 0,4 avvolte su supporto ∅ 6 mm con regolazione a nucleo

L2 = 5 spire filo ∅ 0,9 smaltato in aria ∅ 1 cm — spaziatura stretta

L3 = 4 spire, il resto come L2

L4 = 5 spire, come sopra, spaziatura larga e presa a 2,5 spire per l'impedenza-link di 2 spire come sopra

J1 = Resistenza da 1 W a impasto con avvolto sopra filo smaltato ∅ 0,3 fino a riempimento.

Circuiti « cross-over » per altoparlanti

come progettare e fare da sè filtri per qualsiasi impedenza e frequenza

di i1NB Bruno Nascimben

● I circuiti « cross-over » per altoparlanti non sono facili da reperire in commercio, e quando si riesce a trovarli non sempre hanno le caratteristiche da noi richieste, inoltre come se non bastasse i loro prezzi sono elevati.
In questa trattazione daremo pertanto quelle nozioni di carattere pratico per progettare e autocostruire « cross-over » adatti a qualsiasi impedenza e per qualsiasi frequenza di taglio ●

Questi circuiti sono stati ideati partendo da esigenze eminentemente pratiche. Attualmente non esistono infatti altoparlanti che rispondano egualmente bene sia alle frequenze alte, sia alle frequenze basse della gamma acustica in maniera del tutto soddisfacente. Esistono pertanto altoparlanti costruiti appositamente per le note alte (denominati « tweeter » e quelli per le note basse (« woofer »). Per una riproduzione acustica ad alta fedeltà è necessario quindi suddividere opportunamente le frequenze acustiche all'uscita di un amplificatore per distribuirle all'altoparlante più adatto a riprodurle. Un circuito « cross-over » (che letteralmente significa: incrociato) serve proprio a suddividere in base a determinate esigenze le frequenze superiori da quelle inferiori a quella stabilita. La teoria matematica di questi filtri si può trovare in qualsiasi buon libro di testo di radiotecnica, ed esula dal nostro scopo essenziale. Vogliamo piuttosto sottolineare che i filtri « cross-over » sono in realtà combinazioni di filtri, o sezioni di filtro, a « K costante ».

Due tipi di filtri sono usati in queste reti: uno è il filtro « passa basso », illustrato in fig. 1, che lascia passare cioè soltanto frequenze inferiori alla sua frequenza di taglio (come il suo nome suggerisce). Il secondo tipo di filtri è quello « passa alto » nel quale passano senza attenuazione soltanto le frequenze sopra la sua frequenza di taglio. È disegnato in fig. 2.

Figura 1

Figura 2

Figura 3

[un'ottava equivale ad un cambiamento di frequenza di 2,1]

ATTENUAZIONE

Come è facile comprendere, viene denominata « frequenza di taglio » la frequenza dalla quale ha inizio l'attenuazione. Ad esempio, un filtro passa basso con frequenza di taglio di 1000 c/s, vuol dire che attenuerà tutte le frequenze superiori a 1000 c/s; e viceversa un filtro passa alto con frequenza di taglio pure di 1000 c/s attenuerà tutte le frequenze inferiori a 1000 c/s. Ora questa attenuazione non inizia bruscamente alla frequenza di taglio, in pratica inizia un poco prima; è possibile tuttavia progettare e costruire filtri con una velocità di attenuazione più o meno rapida; in fig. 3 sono indicati tre modi diversi di alimentare un altoparlante « tweeter », e ciascuno presenta una diversa velocità di attenuazione dagli altri.

DATI DI PROGETTO

Queste sono le formule date normalmente per il calcolo dei filtri:

Passa basso

$$fc = \frac{1}{\pi\sqrt{L \cdot c}}$$

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Passa alto

$$fc = \frac{1}{4\pi\sqrt{L \cdot c}}$$

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Dove si intende per:

fc la frequenza di taglio in cicli per secondo.
Z la impedenza dei filtri.
L la induttanza in henry.
C la capacità di farad.

Per evitare lunghi calcoli le equazioni su indicate sono state semplificate nelle seguenti:

Passa basso

$$L = \frac{318 \cdot Z}{f}$$

$$C = \frac{318}{f \cdot Z}$$

Passa alto

$$L = \frac{79{,}5 \cdot Z}{f}$$

$$C = \frac{79{,}5}{f \cdot Z}$$

Dove f è la frequenza desiderata « cross-over » in kc/s, Z è l'impedenza in ohm della bobina mobile dell'altoparlante da collegarsi all'uscita del filtro, L l'induttanza in μH, C la capacità in μF.

ESEMPIO:

Facciamo l'ipotesi di voler costruire una rete cross-over con una frequenza di 5 kc/s, e di voler utilizzare alto-

parlanti aventi una impedenza della bobina mobile di 15 ohm. Dalle formule date, i componenti del filtro passa basso risulteranno:

$$L = \frac{318 \cdot Z}{f} = \frac{318 \times 15}{5} = 954 \ \mu H$$

$$C = \frac{318}{f \cdot Z} = \frac{318}{5 \times 15} = 4,24 \ \mu F$$

mentre quelli del passa alto:

$$L = \frac{79,5 \cdot Z}{f} = \frac{79,5 \times 15}{5} = 238,5 \ \mu H$$

$$C = \frac{79,5}{f \cdot Z} = \frac{79,5}{5 \times 15} = 1,06 \ \mu F$$

I componenti di un filtro cross-over a 1/2 sezione dovranno avere quindi i seguenti valori:

PASSA BASSO

INDUTTORE (1/2 L) = 477 μH
CAPACITORE (1/2 C) = 2,12 μF

PASSA ALTO

INDUTTORE (2L) = 477 μH
CAPACITORE (2C) = 2,12 μF

In altre parole, dalle formule ci risulta che i valori dei componenti necessari per le mezze sezioni passa alto e passa basso sono gli stessi. La fig. 4 illustra lo schema elettrico del filtro cross-over così come lo abbiamo progettato. Chi preferisce una attenuazione più rapida, potrà costruire il filtro cross-over schematizzato in fig. 5. I valori dei componenti impiegati sono ricavati dai calcoli già fatti e da fig. 1 e 2. La tabella dà i valori dei componenti richiesti per altre diverse frequenze di taglio, e può essere utile come orientamento per altre frequenze.

COSTRUZIONE

Per costruire il nostro filtro che abbiamo calcolato, dovremo usare preferibilmente condensatori del tipo a carta o a carta metallizzata. Tuttavia alcuni valori di condensatori, dati nella tabella stessa, precludono l'uso di tale tipo di componenti e si dovrà fare ricorso per questo motivo a condensatori elettrolitici. Questi possono essere sia del tipo reversibile che del tipo unidirezionale, come polarità. Se questi ultimi si debbono impiegare, la loro tensione di lavoro non dovrebbe essere inferiore a 25 volte la massima tensione alternata da applicare. Così per un amplificatore di 15 W usante altoparlanti da 15 ohm, i condensatori dovrebbero essere adatti per un voltaggio di lavoro non inferiore a 375 volt, perchè:

$$\frac{E}{R} = I; \quad W = E \cdot I; \quad W = \frac{E^2}{R}; \quad E = \sqrt{W \cdot R}$$

quindi $E = \sqrt{15 \cdot 15} = 15$; $15 \cdot 25 = 375$ volt lavoro

TABELLA

IMPEDENZA	3 ohm		15 ohm	
FREQUENZA kc/s	INDUTTORE μH	CAPACITORE μF	INDUTTORE μH	CAPACITORE μF
0,5	954	106	4780	21,2
1	477	53	2390	10,6
2	238,5	26,5	1195	5,3
5	95,4	10,6	478	2,12
10	47,7	5,3	239	1,06

Figura 4

CROSS-OVER a 1/2 sezioni

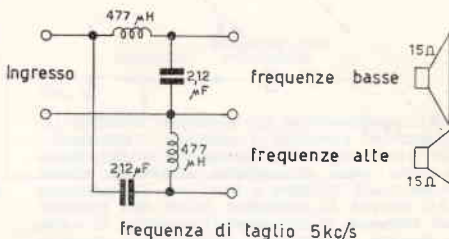
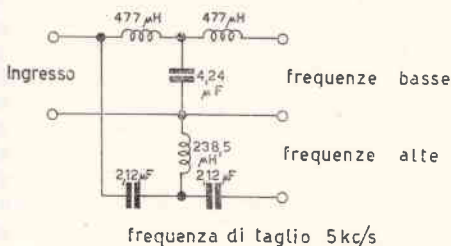



Figura 5

CROSS-OVER a sezioni intere

mentre usando altoparlanti da 3 ohm dovremo usare condensatori con una tensione di lavoro non inferiore a 167,5 volt, infatti

$$(E = \sqrt{W \cdot I});\ \sqrt{15 \cdot 3} = 6{,}7 \text{ volt};\ 6{,}7 \cdot 25 = 167{,}5 \text{ volt}.$$

In pratica per avere i risultati ottenuti dai calcoli è necessario impiegare componenti con valori eguali a quelli trovati, ma ciò non è facile da ottenere dato che i condensatori a carta hanno una tolleranza tipica del ± 20 %, per non parlare di quelli elettrolitici che ne hanno una ancora maggiore. Per assicurare perciò il completo successo, si dovrebbero dunque misurare i valori dei condensatori da adoperare per mezzo di un ponte per capacità (capacimetro). Tuttavia se tale strumento non è disponibile, i condensatori a **carta** (non quelli elettrolitici) si possono misurare con sufficiente accuratezza connettendoli alla rete luce come adesso indichiamo: il condensatore di valore sconosciuto si mette in serie con un resistore variabile a una sorgente di corrente alternata a 50c/s (quale può essere per l'appunto la rete luce normale). Il voltaggio di tale sorgente non deve essere superiore ai 2/3 della tensione di lavoro indicata sul condensatore stesso. Si regoli quindi il resistore variabile finchè la tensione misurata ai suoi estremi sia la stessa di quella misurabile agli estremi del condensatore. La capacità in microfarad del condensatore sarà dato da 3180/R, dove R è il valore del resistore in ohm. Il voltmetro da usarsi in questa prova non dovrebbe avere una sensibilità inferiore a 500 ohm/volt, in alternata.

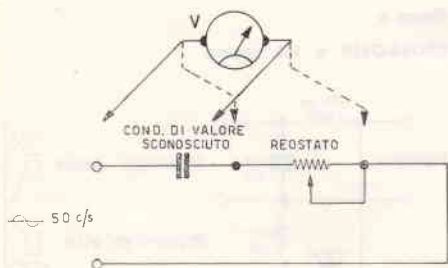



Figura 6

Gli induttori presentano meno difficoltà. Per facilità di costruzione le bobine sono avvolte con filo smaltato da 0,7 mm su un supporto del diametro di 75 mm. Le spire sono avvolte « a caso » sopra una lunghezza di circa 13 mm, e quando il numero richiesto di spire è stato avvolto, la bobina risultante verrà sfilata dal supporto e tenuta insieme con nastro adesivo. Per le bobine fatte come si è descritto, una induttanza di 340 μH si otterrà con 50 spire. Il numero di spire per una data induttanza si può calcolare dalla espressione:

$$N = \sqrt{\frac{X}{340}}$$

dove N è il numero delle spire; X è l'induttanza in μH. Queste bobine avendo il nucleo in aria, hanno una induttanza che è indipendente dalla corrente, e non possono introdurre distorsione, diversamente dalle bobine con nucleo magnetico. Quando possediamo i condensatori e le bobine occorrenti, rimangono da fare l'assemblaggio e il cablaggio. Gli induttori si dovrebbero spaziare di almeno 7÷8 cm uno dall'altro, ma se questi sono disposti ad angolo retto tra di loro, allora non c'è alcuna limitazione alla loro spaziatura. Il filtro cross-over completo si può montare in una custodia di materiale plastico, da fissarsi non troppo vicino a oggetti metallici.

Ricevitore per onde corte

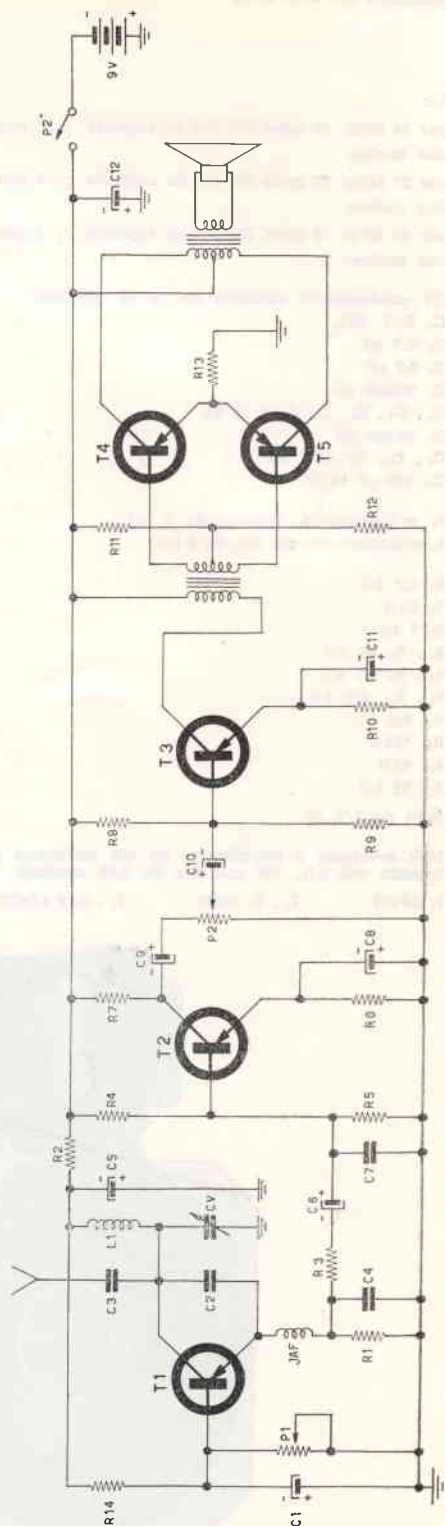
dell'ing. **Giampaolo Fortuzzi** ●

Come potete vedere dallo schema, si tratta di un ricevitore piuttosto semplice, che può essere realizzato in forma molto compatta. Potrà sembrare anacronistico fare un superrigenerativo al giorno d'oggi, quando vi sono supereterodine realizzabili facilmente con lo stesso numero di transistori; ho pensato bene invece di usare la superreazione in quanto di più semplice messa a punto, alla portata di tutti, inoltre con la sola sostituzione di una bobina, indicata in questo schema con L1, si può passare a bande diverse senza impazzire nel tentativo di tenere in passo due circuiti accordati. Un altro vantaggio, per lo scopo che mi sono prefisso quando l'ho costruito, è la possibilità di ricevere ugualmente bene emissioni modulate in ampiezza o in frequenza. Infatti in seguito vi descriverò dei semplici trasmettitori modulati appunto in frequenza, realizzati coi moderni diodi a capacità variabile, o varicap. Inutile dire che i due complessi realizzano un discreto radiotelefono a modulazione di frequenza. Ma andiamo avanti per ora col ricevitore.

Lo schema è il tradizionale oscillatore a base comune, con circuito di spegnimento in serie all'emettitore, costituito principalmente dal condensatore da 10.000 pF e dalla resistenza da 4,7 kohm. Il potenziometro trimmer da 5 kohm sulla base serve per regolare il punto di lavoro del transistor AF115, rivelatore. La bassa frequenza non ha nulla di particolare; ho usato il controfase finale in classe B per ragioni di economia di consumo. Poi c'è un OC75 pilota, e un altro OC75 preamplificatore; infatti questi ricevitori a superreazione danno segnali rivelati di ampiezze piuttosto scarse, e si richiede una buona preamplificazione successiva.

Il transistor rivelatore è accoppiato alla bassa frequenza tramite un filtro passa basso che blocca la tensione di spegnimento presente assieme al segnale sull'emettitore del transistor rivelatore.

Ho provato parecchi circuiti a superreazione e questo è il più semplice e il più sicuro, e rispetto a certi altri tipi ha il vantaggio notevolissimo di avere il rotore del variabile a massa, cioè non risente dell'effetto di prossimità della mano. L'antenna del tipo a stilo, lunga circa un metro e mezzo, è accoppiata al circuito oscillante con il condensatore da 4,7 pF.

I trasformatori di bassa frequenza, il pilota e quello d'uscita, sono di quelli senza nome che sono su tutti i ricevitori a transistor tascabili, e vanno tutti bene nella stessa maniera; l'altoparlante è uno di quelli piccoli, di 4 centimetri di diametro; uno più grande andrà sicura-

● Giampaolo Fortuzzi, Via Vallescura, 24. Bologna - Tel. 277-793.

Ricevitore per onde corte

L1:

per 14 MHz: 18 spire filo 0,4 su supporto ∅ 6 mm con nucleo.

per 27 MHz: 12 spire filo 0,6 su supporto ∅ 6 mm con nucleo.

per 46 MHz: 8 spire filo 0,6 su supporto ∅ 6 mm con nucleo.

CV condensatore variabile da 25 pF (Philips)
C_1 5 µF 6VL
C_2 4,7 pF
C_3 4,7 pF
C_4 10.000 pF
C_5, C_6, C_9, C_{10} 6 µF 12 VL
C_7 10.000 pF
C_8, C_{11} 15 µF 6 VL
C_{12} 100 µF 12 VL

P_1 potenziometro trimmer da 5 kΩ
P_2 potenziometro con int. da 5 kΩ

R_1 4,7 kΩ
R_2 1k Ω
R_3 1 kΩ
R_4, R_8 68 kΩ
R_5, R_9 4,7 kΩ
R_6, R_{10} 470 kΩ
R_{11} 6,2 kΩ
R_{12} 120 Ω
R_{13} 10 Ω
R_{14} 12 kΩ
tutte da 1/4 W.

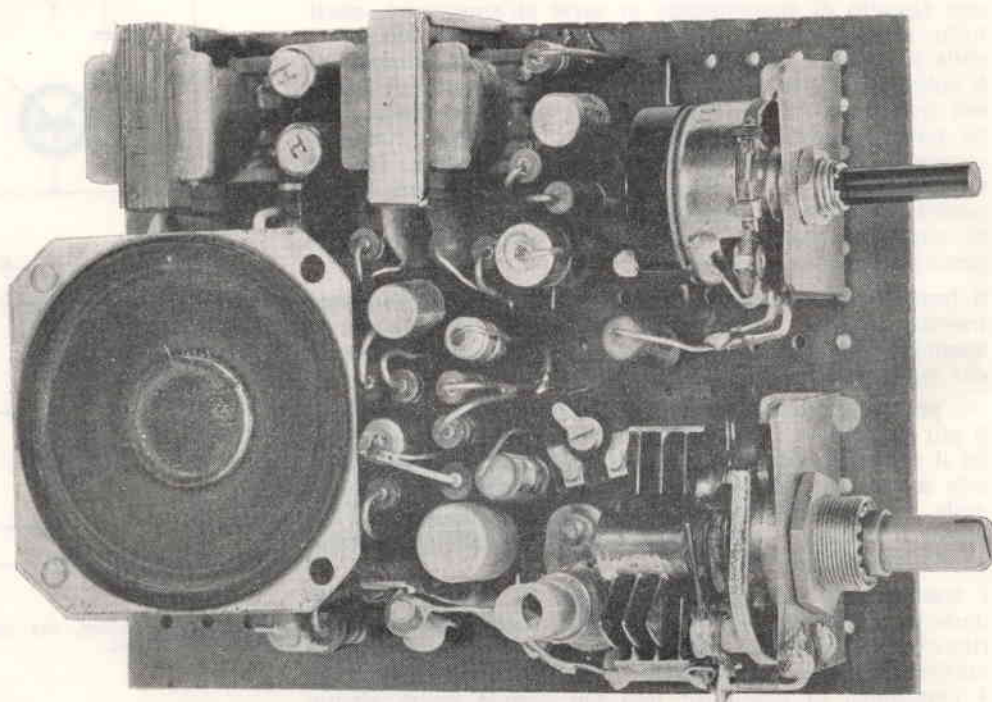
IAF: avvolgere a riempimento su una resistenza a impasto 100 kΩ, 1W con filo da 0,15 smaltato.

T_1 AF115 T_2, T_3 OC75 T_4, T_5 2 x OC72

mente meglio, ma occupa più spazio. La realizzazione è piuttosto compatta; il tutto, altoparlante compreso, sta su un pezzo di bred-board tipo Philips, di 90 x 75 mm; questo bred-board ha tante file di forellini, con attorno un dischetto di rame di circa 4 mm di diametro, circa 5 mm di distanza l'uno dall'altro.

È l'ideale per fare realizzazioni compatte, si monta e si salda senza dovere mettere ribattini o altro; bisogna solo fare attenzione a non fare saldature troppo prolungate, e non tirare quando è ancora caldo, perchè se non si scollano i dischetti di rame. Il prezzo è basso, alla portata di tutti. Scelta la banda di frequenze che ci interessa, metteremo il variabile a metà corsa, e porteremo in frequenza il complessino agendo sul nucleo di L1. Sulla banda dei 15 MHz sentiremo un mucchio di stazioni di radiodiffusione e se la propagazione è buona i radioamatori; nelle bande dei 27 e 45 MHz sarà possibile ascoltare servizi pubblici, e il trasmettitore a M.F. che vi descriverò in un altro articolo.

Due parole per quelli (pochi ormai, credo) che non hanno mai fatto un ricevitore a superreazione: sicuri che non ci sono errori di cablaggio, proviamo la bassa frequenza. Se questa va bene, ruoteremo il potenziometro trimmer da 5 kΩ sulla base dell'AF115 in maniera che il cursore cortocircuiti tutta la resistenza; daremo tensione al complessino e ruoteremo adagio il potenziometro trimmer, finchè non sentiremo un soffio piuttosto forte in altoparlante. Inseriamo l'antenna, e se il soffio dovesse cessare lo faremo ricomparire sempre agendo sul trimmer da 5 kΩ. Si ha la sensibilità massima nel punto in cui il soffio è appena innescato. Comunque la manovra è più facile da farsi che a dirsi.

Vi auguro il solito « buon lavoro » e arrivederci col trasmettitore a modulazione di frequenza. Non spaventatevi, è forse più semplice del ricevitore, il che è tutto dire.

Consulenza

★ Preghiamo tutti coloro che indirizzano consulenza alla nostra Redazione di voler cortesemente scrivere a macchina (quando possibile) e comunque in forma chiara e succinta.

Inoltre si specifica che **non deve essere inoltrata alcuna somma di denaro per la consulenza**; le eventuali spese da affrontare vengono preventivamente comunicate al Lettore e quindi concordate.

Ciò ad evitare che, nella impossibilità di reperire schemi o notizie la Rivista sia costretta a tenere una pesante contabilità per il controllo dei sospesi ★

Il signor Alberto Barone

ci invia l'elenco delle inesattezze da lui rilevate nel « call book italiano » pubblicato recentemente da Costruire Diverte:

i1 AGY residente in Cassola *prov. di* Vicenza *e non prov. di* Venezia,
i1 DBK residente in Vicenza, *Via* G. Bellavitis 33 *e non prov. di Firenze (Via Quirico 69 - Fraz. Capalle di Campi Bisenzio).*
il WKZ il cui nome è Zuffelato Antonio *e non* Di Stefano Nicolò,
i1 WKW il cui nome è Di Stefano Nicolò *e non* Zuffelato Antonio,
i1 DBN residente in Fraz. Capalle di Campi Bisenzio - Via Quirico n. 69 (e non in Vicenza - Via G. Bellavitis 33).

Ringraziamo sentitamente e ci scusiamo con i signori AGY, DBK, DBN, WKW, WKZ.

Un « fedelissimo » Lettore, il **signor Guido de' Cristoforis** di Roma

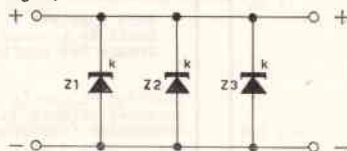
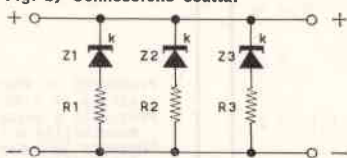
ci esprime qualche perplessità a riguardo dei diodi zener.

Lieti di accontentarLa (le domande si arguiscono dalle risposte).

I diodi zener sono oggi prodotti da diecine di costruttori in una grande varietà di modelli, che hanno tensioni e correnti diverse, variabili da frazioni a svariate decine di volt; da un milliampere, a diversi ampere.

Malgrado questa pletora di unità diverse, molto spesso il progettista e l'amatore devono però arrangiarsi con quello che offre il mercato locale, per le loro realizzazioni: cosicchè, per attaccamento a una data marca, per disponibilità di magazzino, o per correnti e tensioni intermedie che sono necessarie nel caso particolare, e che non risultano standard si riducono a prevedere la connessione in serie oppure in parallelo di più elementi.

La connessione in serie dei diodi zener non implica particolari precauzioni; per contro, quando si tratta di collegare in parallelo più diodi, il meno esperto può facilmente cadere in errore realizzando il circuito alla fig. a).

Montati così, i diodi sono in parallelo, ma corrono un grave pericolo: infatti come tutti i semiconduttori, anche i diodi zener hanno una notevole tolleranza costruttiva: e per medesimi modelli, entro certi limiti, i diodi sono sensibili a tensioni diverse. Ma il diodo del nostro circuito (Z1, Z2, oppure Z3) che ha in sorte la tensione zener minore, si trova a sopportare da solo tutto il carico (e quindi rovinarsi) se all'ingresso è presente un'aumento di tensione tale da non arrivare a far « crollare » anche gli altri due diodi.

L'esatta connessione in parallelo per gli zener è quindi mostrata alla figura b), ove si notano le resistenze R1-R2-R3, connesse in serie agli elementi.

R1, R2 e R3 avranno valori molto bassi, che devono essere calcolati di volta in volta per le tensioni e le correnti in gioco; il loro effetto equilibratore bilancerà la dissipazione dei diodi che così possono anche essere diversi come modello, e prevedere correnti di zener dissimili, entro certi limiti.

Il signor Araldo Ramundo di Cosenza

ci prega di segnalare il suo esatto nominativo:

i1RAR - Araldo Ramundo
viale del Re, 72
Cosenza

Il signor Massimo Alberghini di Milano

ci chiede un misuratore di luce semplice ma « decentemente sensibile e sicuro »...

e noi che avevamo proprio alcuni mesi orsono provato un circuito a diodo fotosensibile che non ritenevamo di interesse tale da dedicare al progetto un intero articolo, siamo lieti di « passarglielo » in consulenza: se a Lei serve un circuito del genere, servirà certo anche ad altri Lettori!

Grazie per le cortesi parole e incassiamo, a ragione, le critiche su n. 10; ma ha visto il n. 11 e questo n. 12, stampati dalla Azzoguidi?

Bene, eccole il misuratore (chiamiamolo «luximetro» a fotodiodo).

Perchè un luximetro a diodo?

Il mercato mette a disposizione del progettista in elettronica un gran numero di rivelatori fotosensibili: foto-

cellule, resistenze CDS, fototransistori, piastrine di Silicio autogeneratrici (dette «Solar-cell») e altri ancora.

Merita una nota il fotodiodo, nella pletora: **perchè esso è subminiatura** (lungo da 5 a 15 millimetri e del diametro di 2÷3 mm) **non richiede alimentazione o polarizzazione a tensione elevata**, e in particolare, **perchè ha un tempo di salita** (a differenza, ad esempio, dalle fotoresistenze) **infinitesimale.**

Come è fatto il nostro luximetro.

Il circuito impiega un fotodiodo 1N77B, che è un diffuso elemento « lettore » oggi usato per schede o nastri perforati, oltre alle applicazioni di fotometria e controllo per le quali è particolarmente utile e duttile.

Nel nostro schema il diodo è collegato in un circuito a ponte che può compensare la sua corrente di perdita al buio, che a seconda degli elementi, può variare da 7 a 12 μA.

L'azionamento del complesso è semplice: oscurato il diodo, si regola R1 per ottenere che nel circuito non scorra alcuna corrente spuria.

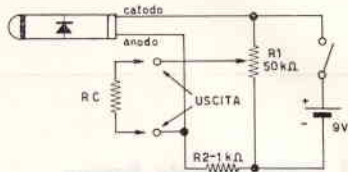
Azzerato il complesso, e tolto il cappuccio, il diodo è operativo.

Una illuminazione di 700 candele per metro quadro causa una tensione di 6 volt ai capi della resistenza di carico RC, che deve essere pari a un megaohm.

L'uscita può essere applicata a un amplificatore idoneo.

È da notare l'assorbimento del circuito, assolutamente modesto: 200 μA, il che assicura una ottima autonomia.

L'equivalente europeo dell'1N77B è il Philips OAP12, per il quale può essere utilizzato il nostro circuito tale e quale. Uniamo le caratteristiche complete del fotodiodo OAP12 per una migliore conoscenza del Lettore.

SCHEMA DEL LUXIMETRO

Il signor Giorgio Galvagni di Firenze

ha dei guai all'autoradio della Sua 750 e vuole rimediare da solo. Lo schema? Ahimè ... (seguono tristi spiegazioni, voi che siete tanto gentili ... abbiamo capito!).

Pubblichiamo lo schema.

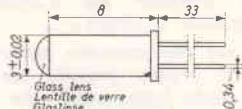
OAP 12

General purpose GERMANIUM PHOTODIODE, sealed in a metal case
PHOTODIODE AU GERMANIUM, conçue pour usages généraux, enfermée dans un cylindre de métal
GERMANIUM-PHOTODIODE in Metallgehäuse für allgemeine Verwendungszwecke

The symbols used in these data are those normally used for semi-conductors. See List of Symbols for Semi-Conductors, pages Sem 501-505
Les symboles utilisés pour les données suivantes sont ceux utilisés normalement pour les semi-conducteurs. Voir la Liste de Symboles pour Semi-Conducteurs, pages Sem 501-505
Die für diese Daten verwendeten Symbole sind die für die Halbleiter üblichen. Siehe die Symbolenliste für Halbleiter, Seite Sem 501-505

Dimensions in mm
Dimensions en mm
Abmessungen in mm

The green dot indicates the position of the anode (negative pole of the battery)
Le point vert marque la position de l'anode (pôle négatif de la batterie)
Der grüne Punkt indiziert die Anodenseite (negativer Pol der Batterie)

8 — 33 — 3±0,02 — 0,34
Glass lens
Lentille de verre
Glaslinse

Average photosensitive area Surface sensible à la lumière moyenne Lichtempfindliche Fläche		1 mm²

Characteristics
Caractéristiques T_{amb} = 25 °C
Kenndaten

Illumination Éclairement Beleuchtungsstärke	=	100 lux
Colour temperature Température de couleur Farbtemperatur	=	2500 °K
$-I_D$	>	5 μA
$-V_D$	=	0,5-30 V
Internal impedance Impédance interne Innenwiderstand	>	3 MΩ

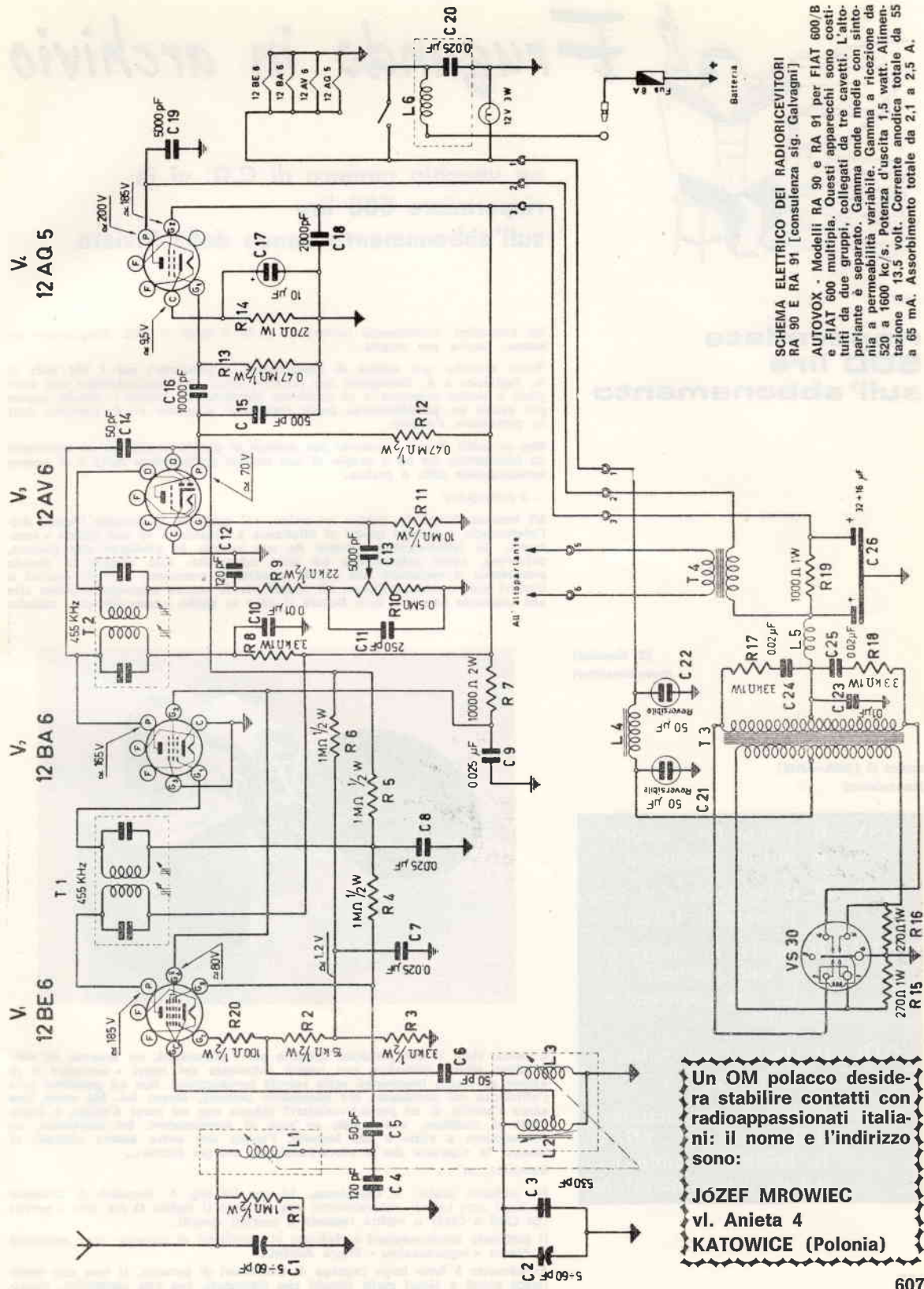
OAP 12

Characteristics (continued)
Caractéristiques (suite)
Kenndaten (Fortsetzung)

$-V_D$	=	10	V
Dark current Courant d'obscurité Dunkelstrom	<	15	μA
$-V_D$	=	10	V
f	=	1	kc/s
B	=	1	c/s
Noise of the dark current Bruit du courant d'obscurité Rauschen des Dunkelstroms	<	3×10^{-12}	A
$-V_D$	=	10	V
Cut-off frequency Fréquence de coupure [1]) Grenzfrequenz	=	50	kc/s
Max. spectral response Réponse spectrale maximum à Max. spektrale Empfindlichkeit bei	λ =	1,55	μ
Zero spectral response at Seuil de réponse à Grenze der Empfindlichkeit bei	λ =	2,0	μ

Limiting values (Absolute max. values)
Caractéristiques limites (Valeurs max. absolues)
Grenzdaten (Absolute Maximalwerte)

$-V_D$	= max.	30	V
$-I_D$	= max.	3	mA
W_D	= max.	30	mW

[1]) Frequency at which the sensitivity is half the sensitivity at 1 kc/s
Fréquence à laquelle la sensibilité est la moitié de la sensibilité à 1 kHz
Frequenz bei der die Empfindlichkeit die Hälfte der Empfindlichkeit bei 1 kHz ist

SCHEMA ELETTRICO DEI RADIORICEVITORI RA 90 E RA 91 [consulenza sig. Galvagni]

AUTOVOX - Modelli RA 90 e RA 91 per FIAT 600/B e FIAT 600 multipla. Questi apparecchi sono costituiti da due gruppi, collegati da tre cavetti. L'altoparlante è separato. Gamma onde medie con sintonia a permeabilità variabile. Gamma a ricezione da 520 a 1600 kc/s. Potenza d'uscita 1,5 watt. Alimentazione a 13,5 volt. Corrente anodica totale da 55 a 65 mA. Assorbimento totale da 2,1 a 2,5 A.

Un OM polacco desidera stabilire contatti con radioappassionati italiani: il nome e l'indirizzo sono:

JÓZEF MROWIEC
vl. Anieta 4
KATOWICE (Polonia)

Frugando in archivio

un vecchio numero di C.D. vi fa risparmiare 500 lire sull'abbonamento annuo della Rivista

risparmiate 500 lire sull'abbonamento

Un simpatico, interessante numero di C. D. è stato il 7/62. Sfogliamolo insieme, pagina per pagina.

Primo articolo: una **coppia di radiotelefoni a transistori per i 144 MHz** di A. Tagliavini e A. Bernagozzi che possono ancor oggi rappresentare una semplice e sicura soluzione a un problema eternamente « aperto ». Alcune pagine più avanti un **semplicissimo prova transistori dinamico** di Z. Gandini; così lo presentava l'Autore:

Non si tratta di uno strumento con pretese di grande precisione né tantomeno da laboratorio, ma ha il pregio di non costare praticamente nulla e di essere estremamente utile e pratico.

... e proseguiva:

Mi trovavo, tempo fa, presso un amico, col quale ho in comune l'hobby dell'elettronica, e mentre questi si affaticava a illustrarmi le sue ultime « creature », fui istintivamente attratto da una scatola in plexiglas che giaceva, polverosa, come abbandonata tra altre consorelle. Alla lontana la scatola prometteva di contenere una grande quantità di transistori dei più svariati e bizzarri tipi, e non sbagliavo. Mi scusai per lo scarso interesse prestato alle sue concitate parole e volli ficcare il naso in quella « meravigliosa » scatola.

(Z. Gandini)
provatransistori

L'amico, visto il mio famelico appetito per i transistori, mi propose un vantaggioso affare, dicendosi non troppo entusiasta dei nuovi « devices » e di essere un eterno innamorato delle valvole termoioniche. Non mi garantiva però l'efficienza del contenuto; era necessario provarli, diceva lui. Ma come fare senza l'ausilio di un prova-transistori? Ebbene non mi persi d'animo e impugnato il saldatore, una cuffia, un paio di condensatori, tre resistenze, un commutatore a slitta e una batteria, l'amico non aveva ancora ultimato di fumarsi la sigaretta che il prova-transistori era già pronto ...

Semplice, no? ...

codice Q [QRA→QUZ]
(consulenza)

* QSX - D. Volete fare ascolto
R. Sto in ascolto su ...

QSY - D. Devo passare in tras
R. Passate in trasmissi

* QTH - D. Qual'è la vostra po
altra indicazione)?
R. La mia posizione è .
cazione).

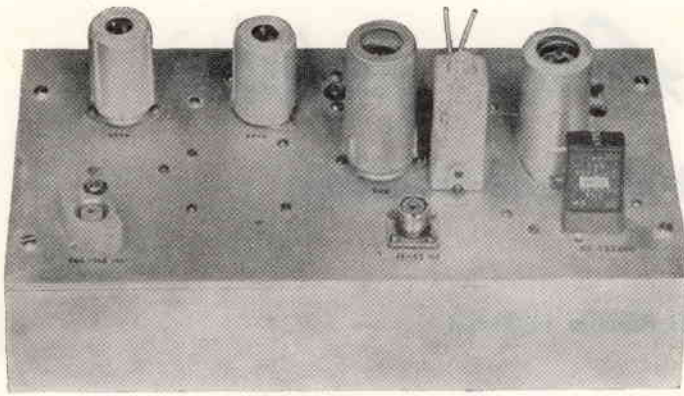
QTR - D. Qual'è l'ora esatta?
R. L'ora esatta è .....

QTS - D. Volete trasmettere i
dalle ore ... su ... kHz (
R. Trasmetto subito (o
nativo per ... minuti pe

Ma andiamo avanti. In **consulenza**, ad uso del sig. A. Ricciardi di Grosseto (e degli altri Lettori, naturalmente) era riportato il **codice Q** per tutti i servizi (da QRA a QUZ) e inoltre risposte a svariati quesiti.

Il **notiziario semiconduttori** è dedicato ai transistori di potenza; così esordisce il nostro « ingambissima » Ettore Accenti:

Attualmente è fatto largo impiego di transistori di potenza. Il loro uso rende infatti solidi e sicuri molti circuiti che altrimenti, con tubi elettronici, riusci-

convertitore per 144 MHz
(dott. L. Dondi)

rebbero ingombranti e strutturalmente deboli. Inoltre le loro pregevoli caratteristiche elettriche permettono spesso notevoli semplificazioni circuitali e una maggiore duttilità di progetto.

Segue un **convertitore per i 144 MHz**, « piatto forte » del numero in esame. È dotato di due 6AN4 e due 6U8. La prima 6AN4 amplifica in RF, la seconda lavora in griglia a massa; una 6U8 funziona come oscillatrice quarzata in overtone (44 MHz) e triplicatrice e la seconda 6U8 opera con triodo trasferitore catodico e pentodo mescolatore.

È un progetto da provare: un buon motivo di più per acquistare questo numero arretrato.

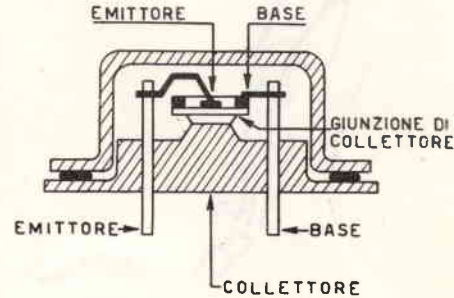
A pagina 432, dove siamo giunti sfogliando le vecchie paginette, compare il primo articolo **surplus** pubblicato da C. D.: come trasformare un preamplificatore Packard-Bell modello K in un timer per fotografia.

Leggiamo.

Tra i tanti apparecchi militari che si trovano in commercio per pochi soldi, uno senza dubbio dei più eleganti è il preamplificatore Packard-Bell mod. K. Questo apparecchio era nato per consentire l'uso di microfoni di tipo magnetico (T34 americano e 25-26 inglese) nelle apparecchiatura progettate per l'impiego con microfono T17.

La custodia esterna del PB mod. K è molto ben fatta e offre ampie possibilità in quanto, contrariamente al solito, è priva di fori e di incisioni; questo è uno dei motivi per cui tali apparecchiature vanno letteralmente a ruba ogni volta che compaiono sul mercato surplus.

Prima di passare a parlare della particolare applicazione che ne ho fatto è forse bene far precedere qualche informaizone sull'uso, sullo schema e sul materiale contenuto. Infatti la scatola non è il solo « tesoro » che ci siamo assicurati comprando il PB mod. K, ma ci sono molti altri componenti che possono risultare preziosi conoscendone le caratteristiche.

Allettante, vero? E c'è di più: non solo l'ing. Pezzi ha ricavato un timer dal PB mod. K, ma anche un convertitore cc→ca ... non Vi attrae? Si? Allora ordinate subito a C. D. questo numero arretrato (7/62) a **sole 200 lire**; se Vi interessa, troverete nella copia richiesta un bollettino di versamento precompilato che Vi dà diritto a un **abbonamento annuo a C. D.** per sole

L. 2.300 anzi che L. 2.800 !

risparmiate 500 lire

preamplificatore P-B mod. K;
(inziava la collaborazione dell'ing. G. Pezzi per il surplus)

Alta fedeltà

I diffusori acustici

di **Antonio Tagliavini**

Foto 1
Un diffusore di grandi dimensioni, e uno di medie, di produzione della James B. Lansing Sound Inc.

Di giorno in giorno si può dire ci stiamo avvicinando all'amplificatore « perfetto », e non è lontano il momento in cui le modificazioni apportate al segnale di B.F. nel corso dell'amplificazione saranno così inapprezzabili, da passare inosservate anche ai più raffinati strumenti di misura: punto fondamentale per questi ultimi passi verso la mitica « distorsione zero » l'avvento dei semiconduttori di potenza per alta frequenza (cui può essere affidato con vantaggio il compito dell'amplificazione finale) che hanno permesso l'eliminazione del tanto problematico trasformatore di uscita, sempre stato nonostante il continuo progresso delle tecnologie costruttive un preoccupante punto interrogativo nel perfezionamento degli amplificatori tradizionali a tubi elettronici.

Ma il punto più delicato che ci si trova a dovere affrontare durante il progetto di un sistema ad alta fedeltà, è senza dubbio quello relativo alla scelta e alla sistemazione del sistema diffusore: è perchè dall'altoparlante « perfetto » siamo ancora lontani; non chè la tecnica attuale di realizzazione dei trasduttori elettroacustici possa essere sensibile di notevoli ulteriori perfezionamenti, ma per una questione **di principio.** Mi spiego: il fine della ricerca, nel campo dell'alta fedeltà, è il raggiungimento, nell'ambiente di ascolto, delle stesse condizioni acustiche presenti nell'ambiente dell'esecuzione originale. Ciò quindi non riguarda solamente ampiezza, frequenza e fase, che devono essere restituite senza modificazioni apprezzabili, ma anche **distribuzione spaziale** del suono. Il cono (o il diaframma) di un altoparlante non creano, nello spazio circostante, una distribuzione sonora di volta in volta eguale a quella prodotta da una corda di violino, da una canna d'organo o da un paio di piatti in vibrazione.

Potendo prescindere da ogni forma di distorsione, ciò si manifesta, oltre che nella sensazione di un suono non autentico (non per questo però meno gradevole, in certi casi), anche nella percezione della costanza di estensione della sorgente: un'orchestra (che se ascoltata a breve distanza come generalmente accade in una sala da concerto è una sorgente molto estesa e differenziata spazialmente nei suoi elementi costitutivi) assume le stesse « dimensioni acustiche » della voce di un cantante, che praticamente può essere considerata una sorgente puntiforme.

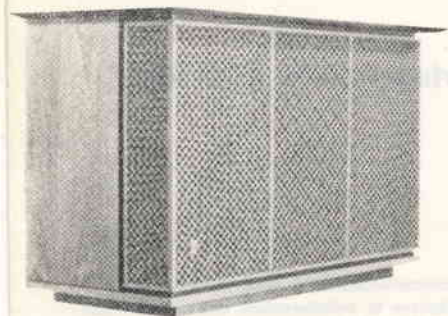
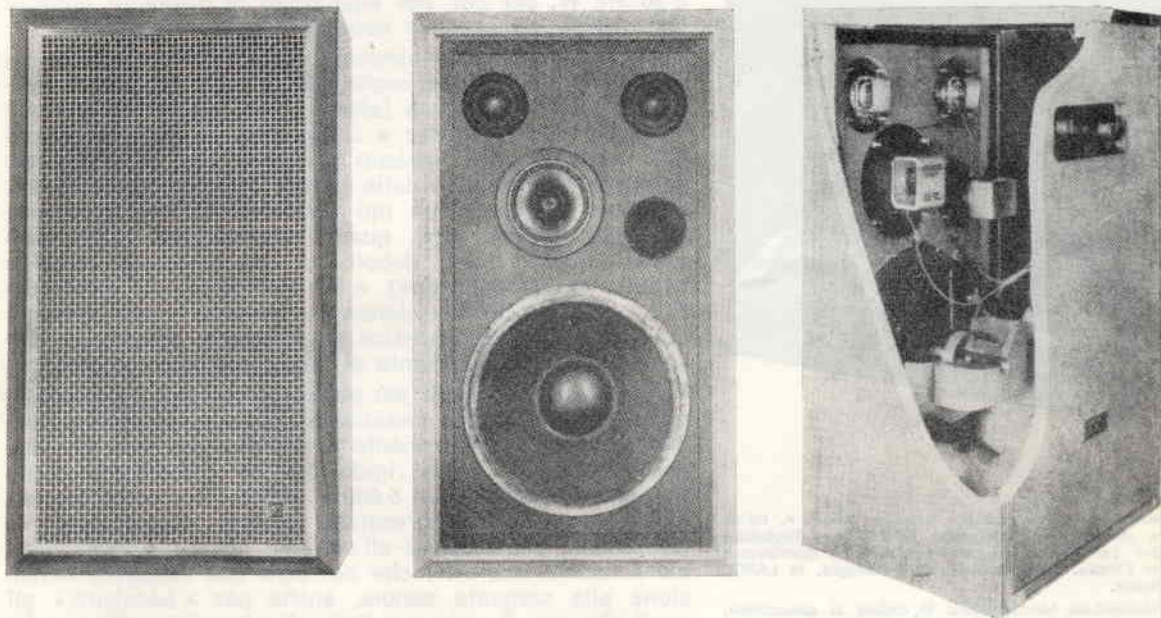
A queste richieste dell'orecchio la tecnica ha già risposto, e in modo anche molto valido, con un perfezionamento spinto al massimo dei trasduttori elettroacustici, e studiando nuovi sistemi, adatti a simulare o a riprodurre

la variabilità di estensione della sorgente sonora (sistemi di crossover, stereofonia bi- e pluricanale): **la riproduzione separata delle varie parti dello spettro acustico.** È molto difficile, e poco conveniente, realizzare un trasduttore elettroacustico, capace di riprodurre uniformemente tutto lo spettro acustico che si estende da 20 a 20.000 Hz circa. Si preferisce quindi, ordinariamente, separare le varie frequenze che lo compongono in tre parti corrispondenti ai suoni gravi, medi e acuti, in modo da potere affidare la riproduzione di ogni singola porzione a un riproduttore « specializzato », in grado cioè di rendere la porzione di gamma ad esso affidata con la distorsione minore possibile. Esistono sì degli altoparlanti in grado di riprodurre con uniformità e bassa distorsione l'intera gamma acustica, ma essi non sono altro che elementi

Foto 2

Aspetto esterno, prospetto senza la griglia di protezione anteriore e spaccato di un tipico diffusore. Si noti la disposizione degli altoparlanti, e il riempimento di materiale assorbente. (Prodel, CSA 50. Dimensioni: 38 x 65 x 31 cm.

composti da varie unità coassiali elettricamente indipendenti o unite, a seconda che vi sia una selezione elettrica o naturale delle varie frequenze.

— L'unità destinata alla riproduzione dei bassi consiste ordinariamente in un altoparlante magnetodinamico a grande diametro, con cono morbido e sospensione perimetrale fortemente corrugata, per una grande elasticità. Questo nei tipi tradizionali. Oggi molte case producono « woofers » con cono in plastica, secondo criteri diversi dai tradizionali (es. Jensen « Flexair » in POLITEX), ottenendo risultati ottimi. Molta importanza ha, nel woofer, il magnete permanente: esso deve creare un campo magnetico notevolissimo. Oltre alle tradizionali leghe AlNiCo, sono stati sviluppati nuovi materiali ad alto flusso magnetico, del genere delle ferriti, per l'impiego negli altoparlanti (Jensen « SYNTOX »). In linea di massima, per potere fare affidamento su di una estrema linearità, i woofers per alta fedeltà hanno una potenza nominale da due a cinque volte maggiore della potenza di picco dell'amplificatore. Nella scelta di un woofer, oltre che al diametro, alle caratteristiche elettriche e meccaniche, alla potenza massima applicabile, si baderà al flusso magnetico (per un buon « woofer » compreso tra i 70.000 e i 150.000

oto 3

empre sul principio del « baffle infinito », un'al-
a realizzazione compatta: il Fisher « Stratakit »
S-1 (dimensioni 45 x 60 x 14 cm). Lo distribuisce
er l'Italia, come scatola di montaggio, la LARIR,
lilano.

hiaramente identificabili, in ordine di dimensioni,
oofer, midrange con cappa ermetica e tweeter.
ccanto a quest'ultimo, il filtro di crossover.

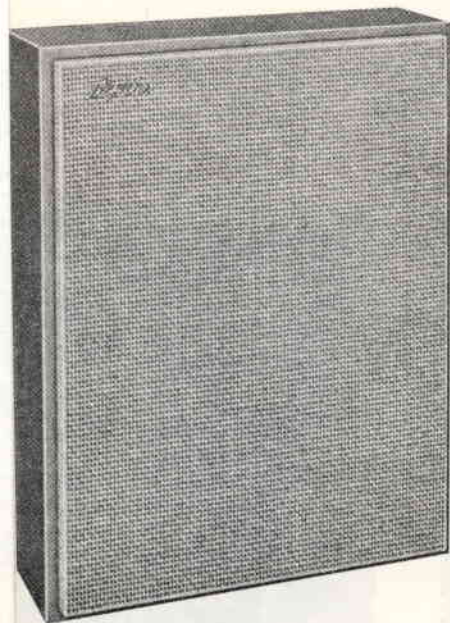
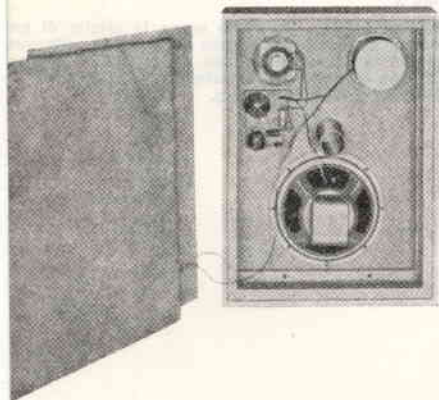
Maxwell) e alla frequenza di risonanza (sempre al di sotto dei 50 Hz, per una resa accettabile).

— La riproduzione degli acuti viene di solito affidata a uno o più « tweeters » a cono rigido o a compressione (o all'unità coassiale al « woofer », se questo è un biconico o un multiplo). I più diffusi tipi di tweeters, nelle apparecchiature di media classe, sono unità magnetodinamiche a cono rigido, chiuse posteriormente da un cestello non forato, per eliminare l'onda posteriore e per permetterne il montaggio nella cassa armonica del woofer, senza alterarne le caratteristiche e senza essere sottoposti alle forti pressioni che si hanno al suo interno. Il cono, di carta particolare nei tipi più diffusi, è di plastica in altri e permette generalmente una risposta lineare sino a 15.000 Hz. La potenza massima applicabile è di 1-2 W, per cui, per equilibrare la maggiore potenza del woofer, ne vengono adottati diversi in parallelo.

Una distorsione notevolmente minore, accompagnata da una maggiore potenza applicabile e una risposta in frequenza molto più estesa (sino a 25.000 Hz) si ottiene con l'impiego di un tweeter a compressione, praticamente il solo adottato negli impianti di classe per la definizione dell'estremo superiore della gamma acustica. Attualmente, a fianco di questi due tipi fondamentali, ne sono stati sviluppati diversi altri, quali l'elettrostatico (che però accusa diversi punti deboli nei confronti del classico tweeter a compressione) e il cosiddetto « ULTRATWEETER » (« Sono Dome », Jensen e consimili), che presenta una più ampia caratteristica di diffusione, utilizzando uno speciale elemento radiante di forma cilindrica, in plastica.

Per una riproduzione il più possibile perfetta si utilizzano spesso diversi tipi di tweeters contemporaneamente, suddividendo così ulteriormente lo spettro acustico: dei magnetodinamici a cono rigido per la riproduzione delle frequenze comprese tra 5.000 e 10.000 Hz, complementari di un elemento a compressione (o di un « ultratweeter ») funzionante da 7.000 Hz all'estremo superiore della gamma acustica: ciò, oltre che per dare una maggiore estensione alla sorgente sonora, anche per « addolcire » gli acuti che non di rado, per l'alta direzionalità della tromba a compressione, possono apparire stridenti e sgradevoli.

Tutti i tweeters in genere sono completamente chiusi posteriormente, e la loro sistemazione nel mobile acustico non viene a creare preoccupazioni, salvo quella (relativa) di tenere conto del volume da essi sottratto all'interno della cassa, per i calcoli ad essa relativi (come vedremo più tardi).

— Se la diffusione degli acuti e dei bassi può essere considerata di importanza capitale per l'alta fedeltà, permettendo la riproduzione **completa** dello spettro acustico, non meno importante è la riproduzione dei medi: nella categoria dei suoni medi rientra infatti la maggioranza dei suoni musicali e la totalità di quelli vocali. Al woofer, specie se di grandi dimensioni, non è conveniente far riprodurre suoni di frequenza superiore ai 600 Hz; al tweeter non è nè conveniente nè, nella maggioranza dei casi, possibile, affidare frequenze inferiori ai 2000 Hz: è necessario quindi prevedere un apposito riproduttore, detto « MIDRANGE », per questa importante porzione dello spettro. Esso deve possedere caratteristiche di linearità e di bassa distorsione eccezionali, giacchè è proprio questa l'estensione di frequenze più direttamente e continuamente sotto il controllo dell'orecchio. Fortunatamente

ciò è relativamente facile da ottenere, essendo questa la gamma di funzionamento ideale di ogni buon altoparlante magnetodinamico di medie dimensioni. Negli impianti più semplici si adotterà perciò un ellittico con frequenza di risonanza sui 100-150 Hz, ottenendo senz'altro risultati soddisfacenti. I nostri amici di oltreoceano non si accontentano di una soluzione così « semplicistica » (per loro; per i tedeschi pare di no, giacchè l'ellittico è ancora ritenuto il principe del loro « Zauberklang » di cui tutta l'Europa era entusiasta solo pochi anni fa). Ed ecco così sviluppata tutta una serie di ottimi « midrange » dalle caratteristiche curatissime nella gamma di frequenze loro assegnata (Jensen, Lansing, Goodman's etc.).

Da tutte queste considerazioni appare chiaro un elemento di cui dovremo tenere il debito conto nel proseguimento di queste nostre considerazioni: che cioè tutto il sistema di diffusione acustica ad alta fedeltà è imperniato sì sulla massima perfezione tecnica ottenibile, ma questa non è fine a sè stessa, bensì deve rispondere alle esigenze e ai gusti di un giudice severo e talvolta volubile quale è l'orecchio. In un lavoro di questo genere più che essere dei tecnici in camice bianco dovremmo essere degli artisti, sulle orme di quanto furono Stradivari e Guarneri fra i liutai o Callido e Antegnati fra gli organari. Ciò evidentemente può fare sorridere, dato che il dilettante in questo campo non spenderà certo la vita intera (nè ciò avrebbe senso, oggi) alla ricerca del diffusore « perfetto » (con l'idea, magari, di portarsi il segreto nella tomba!), ma deve servire per dare un'idea di quale deve essere la mentalità con cui è necessario intraprendere il progetto e la costruzione di un sistema diffusore.

CORRETTO FUNZIONAMENTO DI UN ALTOPARLANTE MAGNETODINAMICO

Per il funzionamento corretto di un qualsiasi altoparlante magnetodinamico sono necessarie alcune condizioni; prima fra tutte l'eliminazione dell'onda posteriore (generata cioè dalla parte posteriore del cono in vibrazione) che, poichè di ampiezza eguale e fase opposta all'anteriore, provoca fenomeni di interferenza e di annullamento (ciò in specie alle frequenze più basse). Seconda condizione molto importante è la riduzione o l'annullamento del picco che si presenta alla frequenza di risonanza del sistema vibrante: ciò, come vedremo più oltre, può essere realizzato elettricamente (agendo, mediante la controreazione, sulla resistenza di smorzamento dell'amplificatore) o acusticamente, adottando un mobile acustico particolare.

Osservando il grafico di fig. 2 notiamo, tratteggiata, la curva che si riferisce alla risposta di un altoparlante tipico, in aria libera. Alle frequenze più basse il rendimento è scarsissimo: l'onda posteriore interferisce con quella anteriore, annullandola quasi completamente. Il picco di risonanza è molto pronunciato. Dopo il picco, il rendimento cresce gradualmente con l'aumentare della frequenza: le dimensioni fisiche del cono sono già dello stesso ordine di grandezza della lunghezza d'onda del suono diffuso, e comincia perciò esso stesso a fungere da schermo acustico, non permettendo interferenze dirette. La risposta comincia a divenire uniforme alle varie frequenze (siamo già nella gamma dei suoni medio-acuti) e calerà solo verso gli 8.000 Hz, quando le caratteristiche dell'altoparlante si riveleranno inadatte alla riproduzione delle alte frequenze.

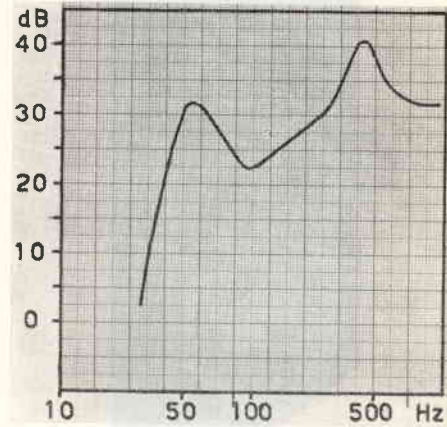



Figura 1

Curva di risposta di un altoparlante in cassa acustica aperta posteriormente. Il primo picco è dato dalla frequenza di risonanza dell'altoparlante (55 Hz). Il secondo picco, a circa 450 Hz, è determinato dal comportamento irregolare della massa d'aria posteriore.

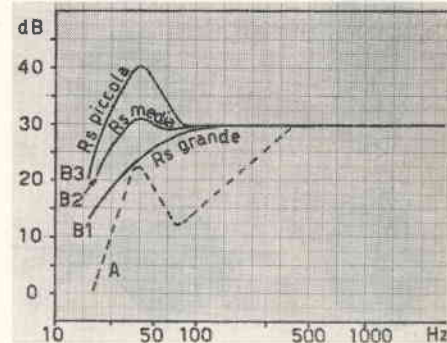



Figura 2

Indicata con A e tratteggiata la curva di risposta di un altoparlante tipico per bassi (woofer) in aria libera. A tratto intero, B1, B2, B3: lo stesso altoparlante in una cassa acustica completamente chiusa (baffle infinito), a seconda della resistenza di uscita dell'amplificatore.

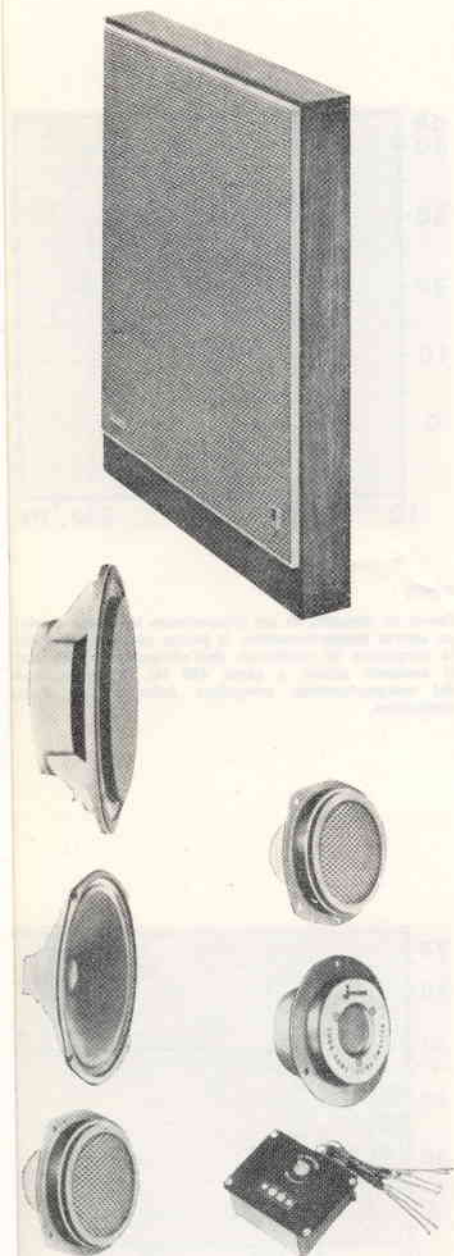



Foto 4

Un'interessante realizzazione Jensen: nel mobile, profondo solo 9 centimetri, trovano posto un woofer speciale, un midrange, due tweeter, un ultratweeter e il filtro di crossover. (Dimensioni: 72,5 x x 54 x 9,2 cm).

Il grafico e il ragionamento si riferiscono a un altoparlante di media qualità, del diametro di 27 cm, con frequenza di risonanza di 40 Hz.

Per gli altoparlanti magnetodinamici per acuti (tweeters a cono rigido), entrambi questi problemi sono superati con una relativa facilità.

L'onda posteriore viene annullata semplicemente costruendo il cestello di sostegno senza alcun foro posteriore, o applicando, dietro all'altoparlante, una piccola cappa metallica ermetica. L'elasticità della piccola massa d'aria compresa fra cono e chiusura posteriore, per quanto possa sembrare insufficiente, non costituisce un intralcio al movimento del cono alle frequenze cui deve lavorare. La frequenza di risonanza di quasi tutti gli altoparlanti per acuti infine si aggira sui 150-200 Hz: ma siccome la gamma loro affidata parte da 1000 Hz al minimo, ecco che la parte non lineare della curva di risposta viene automaticamente tagliata fuori. Anche per i tweeters elettrostatici o a compressione questi problemi sono evidentemente fuori discussione. Un discorso del tutto particolare meritano i midrange. A parte i tipi a compressione (oggi molto diffusi, specie nelle apparecchiature di pregio) che non presentano alcun problema immediato, se vogliamo escludere quello molto relativo della sistemazione nella parte superiore del mobile, accanto al tweeter, per le sue caratteristiche direzionali di diffusione, considereremo ora il caso tipico di un midrange ellittico. Anche qui si usa generalmente scegliere un tipo di altoparlante la cui frequenza di risonanza esca dalla gamma che dovrà riprodurre. Frequenze inferiori ai 600 Hz non sono affidate, di regola, ai midrange, la cui frequenza di risonanza si aggira ordinariamente (per i tipi di dimensioni normali, ossia 10 x 15 cm o 13 x 18 cm, se ellittici, da 13 a 15 cm di diametro, se circolari) sui 70-120 Hz. Per l'eliminazione dell'onda posteriore è necessaria l'adozione di una cassa acustica che, seppure di limitate dimensioni, non può essere la stessa del woofer: al massimo vi potrà essere incorporata (fig. 8-H, e foto 7).

Anche questo discorso lo riprenderemo più tardi. Il problema fondamentale ci viene proposto quindi dalla sistemazione del woofer: è in sua funzione che dovremo studiare e dimensionare il sistema acustico che ci permetterà di soddisfare le fondamentali condizioni esposte precedentemente.

IL « BAFFLE INFINITO »

Lasciamo per ora il problema dell'appiattimento del picco di risonanza dell'altoparlante, e consideriamo come potere annullare l'onda posteriore. Supponiamo di potere disporre di un pannello di materiale isolante acustico di dimensioni illimitate, di praticarvi un foro del diametro dell'altoparlante che desideriamo impiegare, e di fissarvelo.

L'onda anteriore viene propagata in un semispazio, quella posteriore nell'altro, e non hanno perciò possibilità di interferire mutuamente. È ciò che potrebbe essere realizzato praticamente, fissando l'altoparlante dinnanzi a un foro praticato nella parete divisoria di due stanze separate. Come « stanza di assorbimento per l'onda posteriore » potrebbe venire impiegato pure un ripostiglio, o una canna fumaria in muratura inutilizzata o in disuso, purchè naturalmente le dimensioni siano sufficientemente

ampie, e vi possa essere la possibilità di un tappezzamento assorbente acustico, anche rudimentale, alle pareti del locale di assorbimento (lana di vetro o di basalto oppure anche uno spesso tendaggio). La soluzione, pur essendo immediata e ideale, si presta evidentemente per casi particolari, in cui si abbia la possibilità di disporre di un simile locale da adibire a cassa armonica, e si voglia realizzare un impianto fisso monofonico (giacchè per la stereofonia occorrerebbero due ambienti separati e simmetrici di assorbimento). La soluzione che più ci si presenta immediata è quella di creare artificialmente un ambiente di assorbimento per l'onda posteriore, ossia di fissare l'altoparlante su una delle pareti di una cassa di opportune dimensioni, magari riempita parzialmente con materiale assorbente acustico, e con un solo foro, anteriormente alla membrana: l'onda anteriore può così diffondersi, e quella posteriore viene eliminata all'interno del mobile; nasce così il « baffle infinito ».

SCHERMO ACUSTICO SEMPLICE E CASSE APERTE POSTERIORMENTE

Abbiamo visto come la condizione ideale per l'eliminazione totale dell'onda posteriore sia quella di fissare l'altoparlante su di una superficie di dimensioni illimitate. Se esso viene montato su di un piano di dimensioni finite, è intuitivo pensare che quanto più grandi saranno

Foto 5

Il classico baffle per alta fedeltà di dimension ridotte, a estetica verticale (KLH).

Foto 6

Un diffusore progettato per la stereofonia: l'Empir « Grenadier ». Spaccato e fotografia ne rendono l caratteristiche e l'aspetto esterno. 1) woofer 2) ma teriale assorbente acustico 3) lente acustica i pressofusione per acuti e medi 4) piano superior laminato con resina poliestere 5) tweeter « a cu pola » 6) midrange 7) involucro, in materiale fibros pressato, acusticamente smorzante 8) magnete cera mico di grandi dimensioni del woofer 9) apertur frontale per la diffusione dei bassi a 360° 10) at tacchi per la connessione elettrica (vedi anch testo).

le dimensioni dello schermo acustico, più ci si avvicinerà alle condizioni ideali e migliori saranno i risultati. Partiamo dal caso meno producente: supponiamo l'altoparlante fissato nel centro di uno schermo acustico di forma circolare: la separazione anteriore-posteriore è evidentemente incompleta, e causa un annullamento dei suoni più gravi di un certo valore: in particolare si può prevedere (e la pratica ce lo conferma) una perdita di tutte le frequenze al di sotto di quella la cui semilunghezza d'onda è pari al diametro dello schermo. È intuitivo, essendo la lunghezza d'onda del suono più basso di cui è necessaria la riproduzione in un sistema ad alta fedeltà pari a circa 16,5 metri, che per avere delle prestazioni accettabili da un « baffle » di questo tipo, sarebbe necessario assegnargli dimensioni proibitive. La forma circolare, inoltre, è

Foto 7

Una splendida realizzazione per alta fedeltà: il « baffle infinito » E-V SIX della Electro-Voice. Le dimensioni appropriate, un complesso di altoparlanti fra i migliori esistenti lo possono qualificare come pietra di paragone. Si noti il woofer da 18 pollici, il midrange « gamma bassa » (da 250-800 Hz) esattamente complementare del woofer, il midrange « gamma alta » a compressione (sino a 3500 Hz) e il piccolo tweeter, sempre a compressione, che completa la gamma sino al limite superiore di audibilità. Il prezzo, in USA, è di 330 dollari (pari a circa 205.000 lire).

quella che meno si presta al raggiungimento di una condizione di risposta lineare: essendo infatti la distanza che il suono deve superare, per giungere dalla parte anteriore a quella posteriore del cono, costante, si avrà un picco negativo fortissimo in corrispondenza della frequenza la cui semilunghezza d'onda è pari al diametro dello schermo, e altri picchi negativi in corrispondenza dei multipli dispari di essa. La forma della curva di risposta (che dipende, evidentemente, dalle dimensioni dello schermo e dal caso che la frequenza caratteristica di annullamento sia inferiore o superiore a quella di risonanza dell'altoparlante in aria libera) è in ogni caso troppo irregolare, perchè un tale tipo di diffusore possa essere adottato in alta fedeltà.

Sorgono poi alcuni inconvenienti (del resto comuni anche al « blaffle a muro ») che cioè, non essendo la membrana sufficientemente frenata dall'elasticità di una massa d'aria relativamente ridotta, essa tende ad assumere un comportamento irregolare a certe frequenze, qualora l'altoparlante non sia di costruzione particolare.

Un miglioramento nel sistema a schermo acustico, consiste nello spostare l'altoparlante dal centro verso la periferia del pannello, e assegnare a quest'ultimo una forma rettangolare, o comunque non simmetrica. Il rapporto avanti-indietro non è quindi più costante in tutte le direzioni, e la curva di risposta assume un andamento più regolare. Resta il fatto però che le dimensioni di un tale sistema diffusore devono essere troppo grandi, perchè esso possa trovare un'applicazione pratica diffusa.

Inoltre la caratteristica di distribuzione sonora è esclusivamente frontale.

Per il calcolo di uno schermo acustico di questo tipo basterà conoscere la frequenza di risonanza dell'altoparlante, calcolare il valore della lunghezza d'onda corrispondente, dividerlo per due, diminuirlo di circa il 7-8 %, e assegnare questo valore alla dimensione maggiore di un pannello rettangolare. La dimensione minore sarà eguale a circa i 2/3 della maggiore, e l'altoparlante sarà sistemato in posizione notevolmente scentrata. Affini ai diffusori a schermo semplici sono quelli a cassa aperta posteriormente: questi ultimi comunissimi nelle nostre case, giacchè quasi tutti gli altoparlanti degli apparecchi radio e dei televisori di tipo ordinario sono fissati su schermi acustici di questo tipo, costituiti dal mobile stesso che contiene l'apparecchio. I problemi sono praticamente gli stessi presi in considerazione per gli schermi semplici (si può infatti considerare una cassa aperta posteriormente come uno schermo acustico semplice, con l'aggiunta di prolungamenti perimetrali che, allungando il percorso dell'onda di cortocircuito avanti-indietro, ne aumentano le dimensioni virtuali, ma non ne modificano sostanzialmente le caratteristiche); vi sono però inconvenienti, spesso notevoli, di altra natura, dati dal fatto che la massa d'aria contenuta all'interno del mobile, specie quando la profondità di quest'ultimo sia significativa, nei confronti delle dimensioni della faccia anteriore, tende a risuonare a una frequenza propria, generalmente più alta di quella propria dell'altoparlante, determinando un innaturale picco di enfasi. Anche in questo caso, comunque, la posizione dell'altoparlante è necessario sia notevolmente scentrata.

Il grafico che mostra il comportamento di un sistema a cassa aperta posteriormente è visibile in fig. 1.

SFRUTTAMENTO DELL'ONDA POSTERIORE ED ELIMINAZIONE DEL PICCO DI RISONANZA DELL'ALTOPARLANTE: I MOBILI ACCORDATI

Sinora abbiamo impostato il nostro ragionamento sull'eliminazione dell'onda posteriore, la quale però non ha particolari difetti, se non quello di essere in opposizione di fase con l'anteriore. Si sono pensati perciò diversi sistemi, atti a sfasare l'onda posteriore, in modo che essa, diffusa, si sommi, anzichè sottrarsi, all'anteriore, creando quindi non un'attenuazione, ma un rinforzo delle frequenze più basse. I più diffusi mobili di questo tipo sono il bass-reflex e il labirinto acustico. Il loro funzionamento è particolarmente interessante, e ci soffermero a esaminarlo. Come è noto dalle nozioni elementari di acustica, la massa d'aria racchiusa in un recipiente possiede una sua propria frequenza di risonanza, al pari di quanto succede per un circuito accordato, in elettrotecnica.

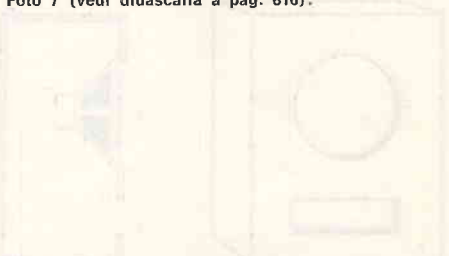
Questo fenomeno venne studiato e interpretato dal grande fisico e matematico nonchè insigne fisiologo Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz, che sviluppò la teoria del **risonatore** che da lui prende il nome [1].

Supponiamo ora di avere una cassa, su una delle cui pareti sia fissato un altoparlante, e in cui sia praticata un'apertura. Le dimensioni della cassa assegneranno all'aria in essa contenuta una frequenza di risonanza **fx**.

Quando l'altoparlante sia eccitato da una corrente alternata di frequenza **fx**, ecco che tutta l'aria all'interno della cassa si mette a vibrare in sincronismo con la membrana dell'altoparlante, **assorbendo da essa una notevole energia meccanica**, allo stesso modo con cui un semplice circuito accordato assorbe energia da un oscillatore accordato alla sua frequenza di risonanza. Se osserviamo il comportamento dell'aria in vibrazione in corrispondenza dell'apertura, notiamo che essa vibra in fase con l'aria spostata dalla parte anteriore della membrana dell'altoparlante (quella cioè che viene diffusa all'esterno della cassa): ciò perchè la massa d'aria in risonanza all'interno del mobile ha avuto l'effetto virtuale di sfasare di mezzo periodo l'onda posteriore.

Per passare da queste considerazioni teoriche all'applicazione pratica, il passo è breve: realizzeremo una cassa il cui volume d'aria interna risuoni alla frequenza di risonanza dell'altoparlante, e con un'apertura praticata sulla parete frontale, inferiormente all'altoparlante. Otterremo così che: 1) il picco di risonanza dell'altoparlante viene notevolmente smorzato dal carico che ad esso viene apportato dall'aria interna; 2) l'intensità dei suoni più gravi viene praticamente raddoppiata, perchè alla radiazione diretta della membrana dell'altoparlante si viene ad aggiungere quella dell'apertura.

Il sistema così realizzato prende il nome di « bass-reflex »: sviluppato attorno al 1930 dalla Jensen, esso è uno dei più diffusi mobili per alta fedeltà e, per le possibilità che con esso si hanno di enfatizzare i bassi, ha trovato sempre un nutrito stuolo di entusiasti. L'interpretazione matematica corretta del suo funzionamento non è però così semplice come si potrebbe pensare, giacchè è necessario conoscere tutti i dati relativi all'altoparlante con sufficiente precisione. E in ogni caso l'ultima parola è sempre riservata alle prove sperimentali eseguite con strumentazione adeguata in appositi ambienti antiacustici.

Foto 7 (vedi didascalia a pag. 616).

1 Ricordiamo, a brevi linee, il funzionamento del risonatore di Helmholtz. Esso è costituito da un recipiente, generalmente di forma sferica, provvisto di due aperture. A una delle due aperture andrà accostata una sorgente sonora, all'altra un trasduttore elettroacustico (microfono) o, più semplicemente, il nostro orecchio. Variamo ora la frequenza del suono emesso dalla sorgente; per un certo tratto non udremo nulla di particolare: il suono ci arriva senza modificazioni. Raggiunta però una certa frequenza, notiamo come un rafforzamento del suono, e anche allontanandone la sorgente dall'apertura del risonatore, esso tende a mantenersi. Ciò significa che quella è la frequenza di risonanza della massa d'aria interna al risonatore. Simile a un risonatore di Helmholtz è, ad esempio, la conchiglia che, da bambini, accostavamo all'orecchi per sentire la « voce del mare »: la massa d'aria in essa contenuta, eccitata dai rumori esterni, vibrava alla **propria** frequenza di risonanza, dandoci l'impressione di un brontolio continuo.

Il problema, come si vede, è delicato, e trova tutti concordi nello stimare che l'unico metodo possibile per ottenere, in campo dilettantistico, buoni risultati, è quello di affidarsi all'esperienza di chi ha potuto lavorare con attrezzatura adeguata: cioè, in pratica, agli stessi laboratori acustici delle case costruttrici di altoparlanti. Un simile lavoro, come è facile capire, non può essere espresso che molto approssimativamente mediante formule corrette e accorciate: il modo migliore è la compilazione di abachi, che permettono al dilettante un procedere più spedito e soprattutto più sicuro.

Anche fra questi è però necessario saper scegliere, poichè, dato che i fattori di cui è necessario tener conto sono molti, il procedimento non può essere eccessivamente semplificato. Gli abachi che riportiamo permettono il calcolo di un bass-reflex, in funzione del diametro e della frequenza di risonanza dell'altoparlante. Da essi sono ricavabili volume e dimensioni interne sia per un bass-reflex di tipo classico, sia di tipo modificato con un condotto, che permette una riduzione delle dimensioni del mobile.

Figura 3

Curva di risposta di un altoparlante in cassa bass reflex. Tratteggiata: la risposta dello stesso altoparlante in aria libera.

Come si vede dal grafico a fig. 3, la curva di risposta acustica di un sistema bass-reflex sostituisce al picco di risonanza dell'altoparlante due picchi laterali, di molto minore entità, da cui risulta evidente come la risposta, rispetto a un sistema che preveda la sola eliminazione dell'onda posteriore, sia notevolmente estesa verso l'estremo basso della gamma. Una resa ai bassi ottima, con dimensioni del mobile anche molto ridotte, può essere ottenuta anche da altoparlanti relativamente di piccolo diametro.

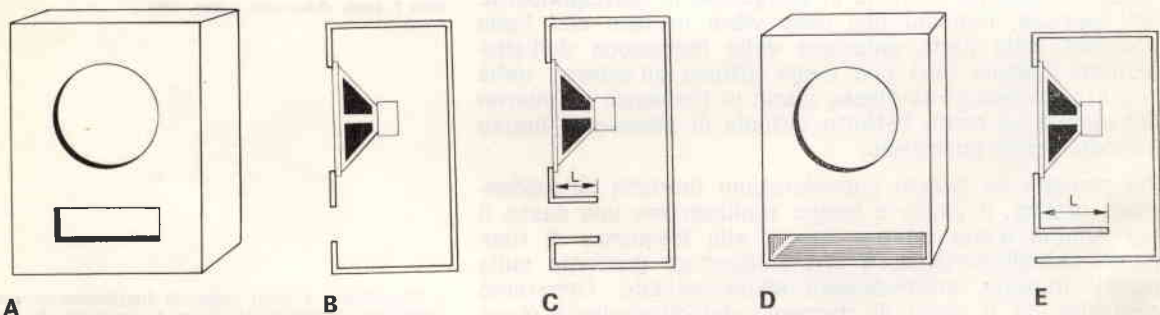



Figura 4

Bass reflex: (A) vista esterna, (B) sezione del tipo senza condotto interno (abaco di fig. 5), (C) sezione del tipo con condotto (abaco di fig. 6), (D) vista esterna del bass reflex di dimensioni ridotte, con condotto all'estremità, (E) sezione di (D).

Le caratteristiche costitutive dei vari tipi di « bass-reflex » sono illustrate a fig. 4: in (B) il tipo senza condotto, in (C) il tipo con condotto, in (D) con condotto spostato a un estremo.

L'abaco di fig. 5 (relativo a un bass-reflex senza condotto, fig. 4-B) ci dà il volume interno del mobile, in funzione del diametro esterno dell'altoparlante e della frequenza di risonanza.

L'abaco di fig. 6, relativo invece ai tipi con condotto (fig. 4-C e 4-D) ci dà il volume interno del mobile in relazione al diametro esterno dell'altoparlante, alla frequenza di risonanza e alla lunghezza del condotto.

Come si vede, non è conveniente aumentare la lunghezza del condotto oltre un tanto, perchè le dimensioni del mobile non diminuiscono sensibilmente, mentre ne viene a perdere considerevolmente la brillantezza del suono.

L'area dell'apertura (o della sezione del condotto) deve essere comunque sempre pari all'area attiva del cono (vedi tabella 2).

Dall'abaco di fig. 7 potremo ricavare le dimensioni e l'area totale interna (risultante cioè dalla somma delle aree parziali interne delle pareti), in funzione del volume interno del mobile, trovato in precedenza con l'uso degli abachi di fig. 5 o di fig. 6. Maggiori dettagli per l'uso corretto degli abachi sono dati nelle didascalie alle figure.

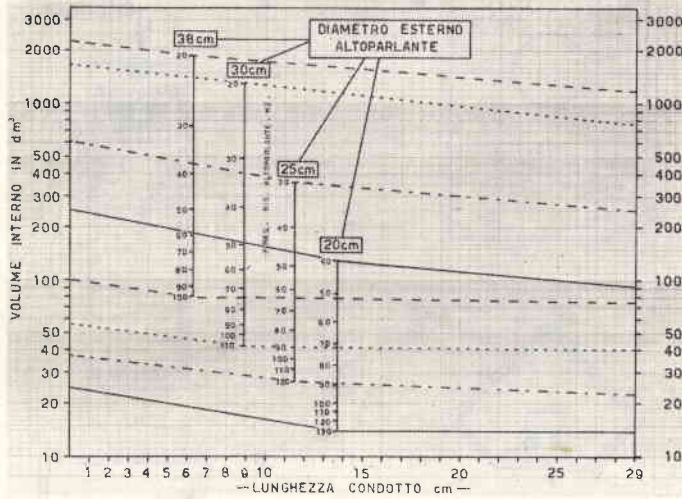



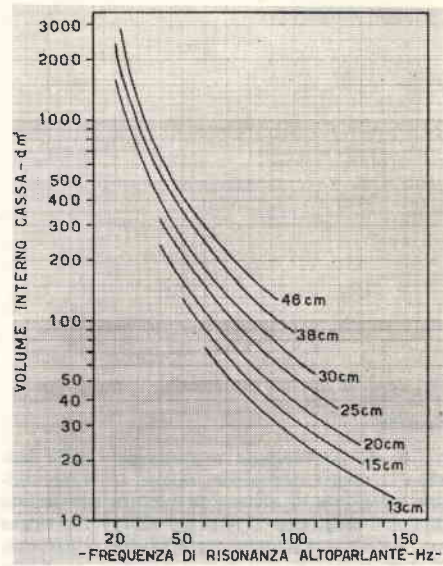
Figura 5

Abachi per il calcolo delle dimensioni dei mobili bass reflex. La fig. 5 dà il volume interno necessario a un mobile per risonare a una data frequenza, relativamente ai tipi più diffusi di altoparlanti. Le curve sono basate su una apertura equivalente all'area attiva dell'altoparlante (vedi tabella 2). Se fosse necessario per motivi di ingombro ridurre il volume del mobile di un certo fattore k (evidentemente minore di uno!), sarà necessario ridurre l'area dell'apertura di un fattore k^2, per mantenere le originali condizioni di risonanza. Se il volume, ad esempio, viene ridotto a 0,86 volte il volume originale, l'area dell'apertura dovrà essere ridotta a 0,75 volte l'area originale. Ma un'apertura eccessivamente ridotta può portare a un aumento nella distorsione dei bassi, per cui, anzichè impiegare un'apertura dalle dimensioni molto ridotte, si adotterà un'apertura dalle dimensioni normali, unitamente a un condotto. Il volume di una cassa può essere ridotto infatti con l'impiego di un'apertura con condotto. L'abaco di fig. 6 riporta una famiglia di curve, linearizzate per semplicità, che pongono in relazione diametro esterno e frequenza di risonanza dell'altoparlante, con volume interno del mobile e lunghezza del condotto. È sempre inteso che il condotto abbia una sezione di area pari alla superficie attiva dell'altoparlante. Molto importante, al fine di evitare onde stazionarie, è la verifica della condizione che il condotto non si avvicini alla parete posteriore più di metà del diametro interno dell'altoparlante. I volumi trovati comprendono anche il volume del condotto, ma non quello occupato dall'altoparlante stesso, dall'assorbente acustico usato e dagli eventuali altoparlanti per acuti introdotti nella cassa. A questo proposito sarà opportuno ricordare che sarà utile ricoprire tutte le pareti con uno strato di materiale antiacustico dello spessore di almeno 2 centimetri, ma risultati soddisfacenti si ottengono già quando il fondale sia imbottito. Empiricamente, per determinare il volume occupato dal materiale antiacustico, si può moltiplicare la sua superficie per lo spessore che si ottiene, quando questo sia compresso con una mano. Tutti questi volumi aggiuntivi andranno sommati al volume ricavato, prima di trovare le dimensioni interne. Dal volume finale così ottenuto l'abaco di fig. 7 permette infatti di ricavare le dimensioni interne (area compresa) del mobile. Dalle dimensioni interne così ottenute ricaveremo infine le dimensioni esterne delle varie pareti, dipendenti dallo spessore del legno impiegato (che non deve essere inferiore comunque a 1,5 cm) e dal metodo di connessione usato. Le pareti (eccetto il fondale) saranno fissate e incollate con viti e colla sintetica (non mai animale).

Figura 6

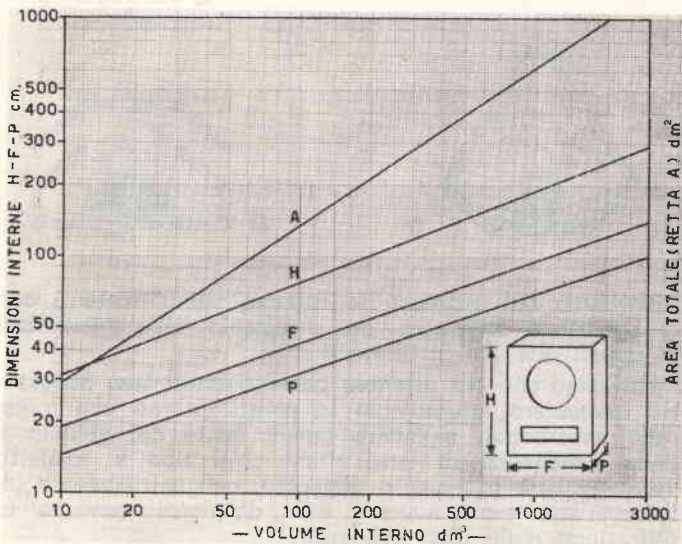
Figura 7

In modo analogo al bass-reflex funzionano labirinto acustico e mobile a risonatore verticale (figg. 8-E, 8-F): l'unica differenza è che qui la risonanza è ottenuta impiegando un condotto lungo un quarto d'onda (il funzionamento in risonanza è dunque paragonabile a quello di una canna d'organo). In entrambi i casi, sia quando il condotto è ripiegato (labirinto), sia quando è esteso verticalmente, è determinante il carico costituito dalla massa d'aria nei confronti dell'altoparlante nei pressi della frequenza di risonanza, ciò che consente, analogamente a quanto avviene in un bass-reflex, di livellare il picco di risonanza e di estendere quindi la risposta dell'altoparlante verso l'estremo basso della gamma.

Figura 8

(A, B, C, D) Prospetto e pianta di « baffle infinito » o mobile interamente chiuso. Le forme indicate permettono di ottenere la migliore attenuazione dell'onda posteriore. Il volume interno (comunque non critico) è ricavabile dalla tabella 1: per ricavare il volume finale, da cui calcolare le dimensioni del mobile, sarà necessario aggiungervi il volume dell'« abbondante » materiale antiacustico che si disporrà nel suo interno. La costruzione sarà particolarmente curata, come robustezza. Qualora la potenza applicata fosse notevole o le dimensioni particolarmente ampie, potremo adottare una doppia parete esterna di legno più sottile, e disporremo uno strato di sabbia nell'intercapedine.

(E) Mobile a condotto accordato, di tipo verticale. La formula che permette di trovarne le dimensioni è (area dell'apertura equivalente all'area attiva del cono):

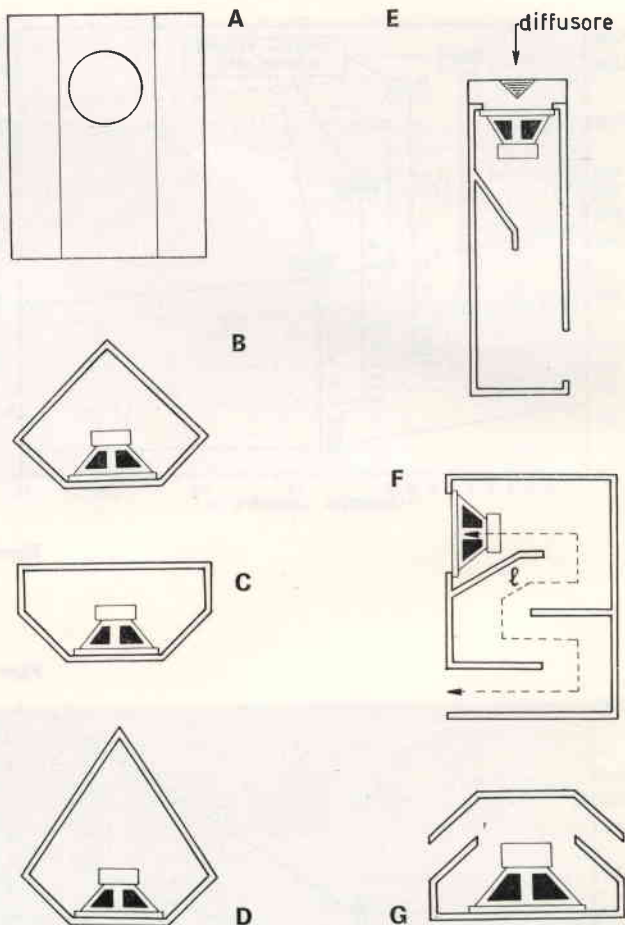
$$L = \frac{340}{4f} - 1{,}46\sqrt{A} \text{ in cui}$$

L = altezza condotto (m)
f = freq. ris. altoparlante (Hz)
A = area sezione orizzontale (m^2)

(F) Mobile a labirinto acustico, le cui dimensioni possono essere calcolate con la formula:

$$L = \frac{340}{4f} - 0{,}75\sqrt{A} \text{ in cui}$$

L = lunghezza totale (l), (m)
f = freq. ris. altoparlante (Hz)
A = area sezione condotto (m^2)

(G) Mobile bass-ultraflex, modificazione del bass reflex per ottenere dimensioni inferiori a parità di resa.

Riportiamo qui appresso le formule semplificate e con le opportune correzioni, per il calcolo delle dimensioni di questi due tipi di diffusori.

Ricordiamo che per ottenere buoni risultati sarà necessario tappezzare interamente le pareti interne con materiale assorbente, e tenere quindi conto del volume e delle dimensioni di quest'ultimo. Nel tipo a condotto verticale sarà necessario applicare, concentricamente all'altoparlante e al disopra di esso, un piccolo cono per la diffrazione delle alte frequenze.

Esso sarà realizzato con materiale compatto e riflettente (ad es. scagliola), e potrà essere fissato alla griglia di protezione dell'altoparlante, opportunamente sagomata (fig. 8-E).

L'esigenza di sempre minori dimensioni d'ingombro ha portato, nel corso degli anni, i costruttori a studiare nuovi sistemi che, pur presentando le stesse caratteristiche di rinforzo dei bassi proprie del bass-reflex, fossero più compatti, e non accentuassero il cosiddetto « booming » o « basso invariabile » come succedeva invece con bass-reflex ridotti in virtù di un condotto piuttosto lungo. Nacquero così il bass-ultraflex e diversi altri sistemi ad esso paralleli, intesi a eliminare ogni possibilità di rimbombo e di onde stazionarie nel proprio interno, grazie a un condotto concepito in modo diverso dal convenzionale. La fig. 8-G mostra la pianta di un bass-ultraflex, in cui possiamo osservare chiaramente i due condotti posteriori, sfocianti lateralmente al mobile. Il dimensionamento di mobili di questo tipo obbedisce a criteri quasi esclusivamente sperimentali, per cui la loro costruzione, desiderando risultati soddisfacenti, non può essere intrapresa se non da chi abbia la possibilità di lavorare in speciali ambienti afoni, e con una strumentazione adeguata.

MODERNE TENDENZE

Abbiamo per ora parlato degli indiscutibili pregi dei bass-reflex e degli altri mobili risonanti, primo fra tutti il potere ottenere da altoparlanti di media qualità una resa insperata. Essi però presentano anche notevoli difetti, imperdonabili per i puristi dell'alta fedeltà: una scadente risposta ai transistori, dovuta al fatto che l'onda posteriore si somma all'anteriore con un certo ritardo, e una tendenza al « basso invariabile », a una frequenza preferenziale cioè verso la quale vengono « trascinati » i suoni più bassi, specie quando il mobile non sia perfettamente accordato alla frequenza di risonanza dell'altoparlante.

Al giorno d'oggi si può dire che quasi tutti i costruttori, sviluppati tipi più moderni ed efficienti di altoparlanti woofers, siano concordemente orientati verso il mobile completamente chiuso: esso richiede sì altoparlanti di maggiore diametro (a parità di resa acustica con un bass-reflex), richiede che il picco di risonanza dell'altoparlante, oltre che dalla massa d'aria all'interno del mobile, sia smorzato da una corretta resistenza equivalente di uscita dell'amplificatore, ma elimina problemi e inconvenienti propri del bass reflex. A fig. 2 è mostrato infatti come vari la resa acustica alle varie frequenze di un altoparlante in un mobile interamente chiuso, al variare della resistenza di smorzamento dell'amplificatore: è evidente come questo fattore sia della massima importanza, per una linearizzazione della risposta alle frequenze più basse.

La resistenza equivalente di uscita di un amplificatore (da non confondersi con l'**impedenza** di uscita!) può essere variata con un sistema di reazione di corrente dal secondario del trasformatore di uscita al catodo del preamplificatore che precede l'invertitore di fase, come è illustrato in fig. 9. Questo sistema, che non sostituisce affatto la controreazione di tensione antidistorsiva, ma vi è applicato parallelamente, permette, con la rotazione del potenziometro « fattore di smorzamento », di spostare

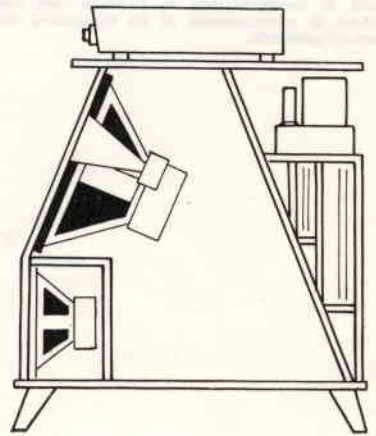



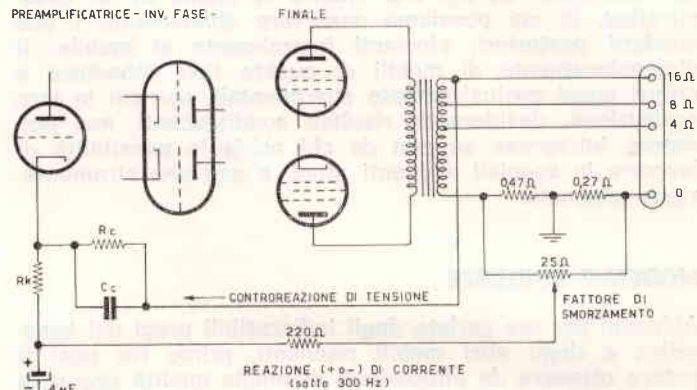
Figura 8

(H) Baffle infinito, in soluzione orizzontale. Si noti lo scomparto separato, come cassa di assorbimento per il midrange ellittico (vedi testo).

la resistenza interna dell'amplificatore dal campo positivo a quello negativo, e di poterlo quindi adattare a ogni tipo di woofer. L'azione reattiva (positiva o negativa, a seconda della posizione del potenziometro di regolazione) resta estesa, mediante il filtro composto dalla resistenza da 220 ohm e dal condensatore da 4 microfarad, alla sola gamma al di sotto dei 300 Hz (campo appunto in cui rimane compresa la frequenza di risonanza del woofer).

Il funzionamento, del resto molto semplice, avviene così: ogni fenomeno di non linearità nella risposta dell'altoparlante alle varie frequenze, sia esso determinato dalla propria frequenza di risonanza, o dalla risultante fra la propria e quella del mobile (in un mobile interamente chiuso la frequenza di risonanza dell'altoparlante aumenta

Figura 9

Circuito di controreazione di corrente, per variare il fattore di smorzamento di un complesso amplificatore-altoparlante.

con il diminuire del volume interno) produce una variazione nell'impedenza della bobina mobile: quindi anche della corrente che in essa circola.

Il circuito a reazione (positiva o negativa) di corrente preleva da una resistenza inserita in serie all'altoparlante una tensione proporzionale alla corrente, e applicandola all'entrata dell'amplificatore opportunamente sfasata, provoca di regola una diminuzione di guadagno a ogni aumento di corrente, linearizzando quindi la risposta totale.
Il volume interno in un mobile interamente chiuso ha un'importanza notevole; prima di tutto esso deve essere abbastanza ampio, in modo da permettere la vibrazione della membrana dell'altoparlante, senza che all'interno si verifichino pressioni istantanee troppo forti, che avrebbero l'effetto di alzare eccessivamente la frequenza di risonanza dell'altoparlante. In secondo luogo, è preferibile la massa d'aria all'interno del mobile risuoni approssimativamente attorno alla frequenza di risonanza dell'altoparlante, in modo che (analogamente a quanto succede nel bass-reflex e negli altri mobili accordati), vi sia un assorbimento di energia in corrispondenza del picco di risonanza, ed esso risulti almeno parzialmente smorzato.

Quest'ultima condizione non è necessario sia strettamente rispettata, specie quando l'amplificatore abbia un dispositivo di smorzamento variabile. In tabella 1 sono dati alcuni valori indicativi di volumi interni, in dipendenza dal diametro del woofer impiegato.

TABELLA 1

VOLUME INTERNO DI UN « BAFFLE INFINITO » IN FUNZIONE DEL DIAMETRO DELL'ALTOPARLANTE

diametro esterno cm	volume ottimo dm³
15	110
25	190
30	260
40	335

ACCORGIMENTI COSTRUTTIVI

Non solo volume del mobile, qualità e tipo degli altoparlanti sono determinanti ai fini di una resa perfetta di un sistema diffusore, ma anche modalità costruttive e **forma** del mobile.

Prima di tutto qualche nota sulla costruzione; essa deve essere eseguita con legno stagionato o meglio con tavole in compensato (paniforte) dello spessore variabile da un minimo di 1,5 a un massimo di 2,5 cm, a seconda delle dimensioni del mobile. È essenziale comunque raggiungere una notevole robustezza d'insieme: le connessioni saranno a incastro o a sovrapposizione parziale, ma sempre incollate abbondantemente con colla sintetica (Vinavil e simili). La parete mobile (generamente il fondale) sarà fissata con un numero notevole di viti, e fra essa e le pareti laterali disporremo uno strato di feltro, per evitare ogni possibile vibrazione. L'interno della cassa sarà tappezzato, almeno per quanto riguarda le pareti di maggiore estensione, nel caso dei bass reflex (vedi anche didascalie agli abachi), completamente, per quanto riguarda i mobili interamente chiusi, da uno strato di materiale assorbente (lana di vetro, lana di roccia, politene espanso). Per scongiurare ogni possibile vibrazione dei mobili chiusi cui debba venire applicata una potenza notevole, raddoppieremo tutte le pareti disponendo nell'intercapedine lasciata uno strato di sabbia.

È essenziale tenere conto, nel corso dei calcoli del mobile, del volume occupato dal materiale assorbente che si desidera impiegare, e del volume portato via dall'altoparlante stesso (vedi tabella 2). Per calcolare il volume di uno strato di lana di vetro, ad esempio, si suole moltiplicare la sua area per lo spessore misurato sottoponendo lo strato a una certa pressione.

Per le proporzioni fra le varie dimensioni di un bass reflex, vale l'abaco di fig. 7, e la forma sarà evidentemente parallelepipeda.

Ma la forma e le proporzioni di un mobile interamente chiuso è bene sottostiano ad alcune norme particolari.

Primo: legge dell'asimmetria; il mobile deve essere quanto più lontano possibile da un cubo, come forma, ossia con dimensioni considerevolmente diverse fra loro.

Secondo: legge degli angoli; preferibilmente non dovrebbero esistere pareti parallele e potendo, si calcoleranno gli angoli in modo da limitare il più possibile la formazione di onde stazionarie. È necessario tenere presente che in un mobile interamente chiuso **esiste un'apertura:** quella dell'altoparlante, separata dall'interno solo da una sottile membrana. È bene quindi che gli angoli interni (o il materiale assorbente acustico) siano dimensionati in modo che l'onda posteriore subisca un certo numero di riflessioni su pareti assorbenti, prima di potere ritornare al cono, e vi arrivi con ampiezza trascurabile. Esempi di un tale studio di forme sono dati nelle figure 8-B, 8-C, 8-D, nonchè in fig. 8-H, ove è mostrata una disposizione orizzontale del mobile interamente chiuso, con pareti inclinate per ottenere l'assorbimento totale dell'onda posteriore, e scomparto separato per il midrange ellittico.

L'angolo morto posteriore è sfruttato per la disposizione degli amplificatori e, eventualmente, anche dei dischi.

TABELLA 2

DIAMETRO ESTERNO, AREA DEL CONO E VOLUME OCCUPATO DA UN ALTOPARLANTE

diametro esterno		area attiva del cono	volume occupato
cm	pollici	cm^2	dm^3
13	5	60	1,4
10 x 15	4 x 6	60	1,4
15	6	116	2,8
13 x 18	5 x 7	116	2,8
20	8	180	4,2
18 x 23	7 x 9	180	4,2
25	10	323	7,0
30	12	503	11,2
38	15	858	21,0
46	18	1290	42,0

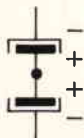
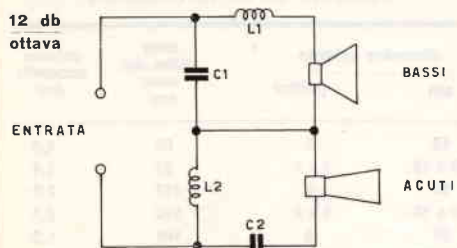
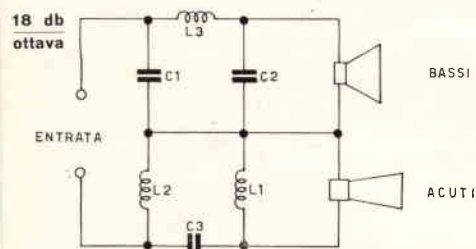
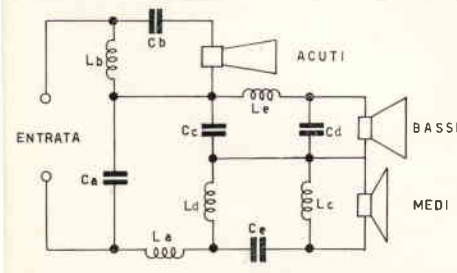



Figura 10

Connessione bipolarizzante per gli elettrolitici normali da impiegare nei filtri crossover.

Figure 11 - 12 - 13

Filtri bifonici e trifonici, e formule relative di progettazione.

R = impedenza altoparlante
fi = frequenza di incrocio
m = parametro di progetto (= 0,6)

OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

Tante sono dunque le possibilità che ci si presentano, per la realizzazione di un sistema diffusore: il tipo che adotteremo, lo sceglieremo in base al tipo di altoparlanti impiegati, e alle dimensioni che si desiderano ottenere.

Con altoparlanti di media qualità il bass reflex offre già una conveniente soluzione: volendo impiegare un woofer con diametro inferiore ai 20 centimetri, esso permetterà di ottenere un'estensione notevole delle prestazioni, verso l'estremo basso. Per altoparlanti di relativamente piccolo diametro e per soluzioni stereofoniche si prestano molto bene anche i diffusori a condotto verticale, specie per la loro caratteristica di diffusione omnidirezionale. La loro realizzazione è però, in certo modo, più critica di quella di un bass reflex. Concepito in maniera analoga a quest'ultimo come forma e caratteristica di diffusione, pur essendo un baffle infinito è il diffusore a colonna EMPIRE « grenadier » (foto 6): un abbondante rivestimento interno di materiale assorbente acustico permette una sensibile diminuzione nel volume del mobile; il woofer, fissato all'estremità inferiore, ha una caratteristica di diffusione omnidirezionale. Il tweeter e il midrange, applicati superiormente, sono di tipo speciale a lente acustica per una particolare caratteristica di diffusione. Dalla realizzazione EMPIRE potremo prendere spunto per un mobile particolarmente compatto, e adatto alla stereofonia.

Nonostante le moderne esigenze estetiche e ambientali facciano tendere verso mobili appoggiati al pavimento dell'ambiente, non si dovrà dimenticare però che la posizione degli altoparlanti, in special modo dei tweeters e dei midrange, è all'altezza dell'orecchio dell'ascoltatore; la loro sistemazione e il loro orientamento (quando si tratti di tipi direzionali) dovrà necessariamente tenere conto di queste esigenze. La loro posizione nel mobile sarà dunque la più alta possibile, e la loro inclinazione sarà leggermente verso l'altezza media dell'orecchio dell'ascoltatore.

IL CROSSOVER

Una posizione di preminenza ha, nel diffusore, il sistema di crossover ossia il divisore di frequenza, che assegnerà ad ogni altoparlante la gamma appropriata. Esso è nella sua forma più semplice costituito da un condensatore in serie all'altoparlante per gli acuti, che ne limita perciò la risposta alle frequenze basse. Un simile sistema non è evidentemente soddisfacente, per chi voglia realizzare un sistema completo e accuratamente bilanciato.

A fig. 11 possiamo vedere lo schema di un filtro separatore bifonico, che presenta un'attenuazione di 12 dB per ottava, già soddisfacente. Desiderando un'attenuazione maggiore per ottava, cioè una più accurata selezione di frequenza, si impiegherà il circuito di fig. 12.

Quando gli altoparlanti da mettere in opera siano tre, utilizzeremo il sistema composto di fig. 13, progettando prima La, Lb, Ca, Cb come rispettivamente C1, C2, L1, L2 del filtro di fig. 11, assumendo come frequenza di incrocio il limite medi-acuti. Quindi progetteremo Lc, Ld, Le, Cc, Cd, Ce come L1, L2, L3, C1, C2, C3 del filtro di fig. 12, assumendo questa volta come frequenza di incrocio il limite medi-bassi. Altre combinazioni e altri

tipi di filtri possono essere messi in opera, non perchè più funzionali, ma perchè più adatti a certe esigenze particolari (ad esempio, quando si vogliono impiegare altoparlanti con impedenza diversa fra loro), ma su questo ritorneremo un'altra volta. Le frequenze di incrocio dei filtri saranno evidentemente scelte in base alle caratteristiche degli altoparlanti che si intendono mettere in opera. I condensatori, la cui capacità risulterà normalmente di parecchi microfarad, sono elettrolitici bipolarizzati. Il prezzo degli elettrolitici bipolarizzati si mantiene però su livelli piuttosto alti, e la loro reperibilità è scarsa. Più conveniente è la messa in opera di coppie di normali elettrolitici a bassa tensione di lavoro (catodici o per apparecchi transistorizzati) in serie fra loro, con polarità contrapposte, come indicato in fig. 10; le capacità dei normali elettrolitici si possono discostare dalla nominale sino del 50 %, per cui sarà opportuno un controllo, mediante un capacimetro a ponte. Evidentemente occorrerà tener conto che la capacità di ciascuno dei due condensatori dovrà essere doppia di quella necessaria. Probabilmente, dai nostri calcoli risulteranno valori di capacità non reperibili direttamente, per cui starà alla nostra ingegnosità collegare valori standard in serie-parallelo, sino a raggiungere il valore richiesto.

Le induttanze da impiegare nei crossover è necessario possiedano la minore resistenza possibile: per la loro costruzione ci si servirà di filo di rame smaltato del diametro di un millimetro. Esse saranno avvolte su rocchetti in legno (un cilindretto centrale, e due dischi di compensato sottile) sagomati secondo la fig. 14. Il numero di spire relativo a un determinato valore di induttanza potrà venire determinato immediatamente, riferendosi all'abaco di fig. 15. Le induttanze, ad avvolgimento terminato, saranno immerse in un bagno di cera o di altro impregnante.

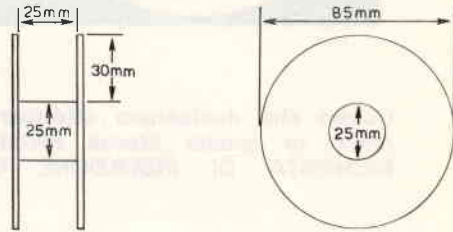



Figura 14

Sagoma del supporto per le induttanze da impiegare nei crossovers di figg. 11 - 12 - 13.

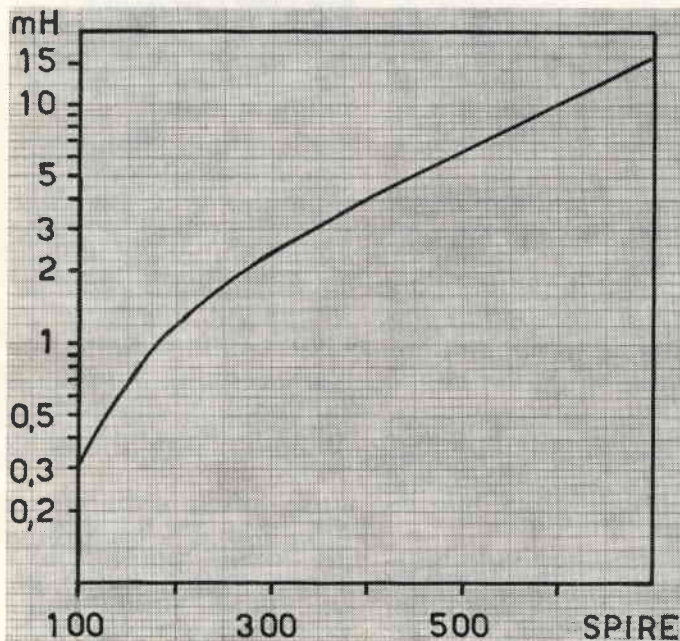



Figura 15

Abaco per il calcolo del numero di spire delle bobine, in funzione dell'induttanza. (Filo ∅ mm 1 supporto come a fig. 14).

Coloro che desiderano effettuare una inserzione troveranno in questa stessa Rivista un apposito modulo RICHIESTA DI INSERZIONE OFFERTE E RICHIESTE

64-543 - VENDO TX BC 696 completo di ogni sua funzione con 2 tubi 1625 e uno 1626; 1 relè del BC 357 10.000 ohm nuovo; 2 tubi nuovi USA 6K7; 1 trasformat. USA prim. 117,5 sec. 550 + 550 V; 6,3 V -,2 amp.; 5 V 3 amp.; 1 variometro tedesco per O.C.; 1 condensatore variabile USA 150 pF per trasmissione 5000 V isolam.; 1 cuffia USA b.r. nuova, il tutto per L. 9.000 più spese spedizione. Indirizzare a: Basili Ottavio, I 1 AXJ, Via Battisti, 109 - Pisa.

64-544 - ACQUISTEREI pagando in contanti purché si tratti di buone occasioni e di perfetto funzionamento, macchina foto 6 x 9, binocolo 8X, proiettore per cartoline illustrate e fotografie, registratore magnetico Geloso G.680 o anche soltanto accessori per esso, coppia radiotelefoni con portata minima garantita, non ottica, 2 chilometri. Indirizzare a Monticone - Biella (Vc) - Casella Postale 16.

64-545 - ACCESSORI GELOSO per registratore G256: pedaliera (FP33) per comandi a distanza di avvio, fermata, riavvolgimento istantanei, completa di trasmissione flessibile (m. 1,40) e bilancino con attacco filettato per l'apparecchio, come nuova vendo a L. 2.500 comprese spese post. o cambio con materiale di mio gradimento. Indirizzare a: Querzoli Rodolfo, Via Nizza, 81 - Torino.

64-546 - CINQUANTA VALVOLE circa, tra cui 6CS7, EL84, ECL82, 6AL5, 6AK7, ECH81, EF94, 6SN7, UABC80, variabili, trasformatori, altoparlanti, un transistor BF ecc., cambio o vendo anche separatamente con registratore a pile o con coppia radiotelefoni tipo RAYSTAR (G.B.C.) o con altro materiale fotografico o radioelettrico. Indirizzare a: Umberto Tarantino, Via Giovanni XXIII, 1/B, Nardò (Lecce).

64-547 - ACQUISTREI a prezzo di occasione macchina bobinatrice automatica lineare per fili da 0,05 in su con o senza inseritore di carta; acquisterei pure condizionatore di aria recente costruzione capace di deumidificare, raffreddare e produrre ioni neg. eliminando i positivi etc.; acquisterei pure Generatore campione di oscillazioni E.M. con attenuatore di uscita tarato in microvolt che possibilmente arrivi fino a 100 o più megacicli. Anche acquisterei condensatori campioni a mica argentata precisione 0,5 per cento o meglio, induttanze campioni varii valori, cond. variabili tarati di precisione per ponti di misura, quarzi da 10 megacicli, da 15 e da 20. Indirizzare a: Dott. Antonio Milone, Via Trento, 43 Foggia.

64-548 - SE VERA occasione acquisto corso TV completo di materiali. Cerco inoltre solo mobile per ricevitore AM-MF della S.R.E., e BC 221O anche senza alimentazione, purché non manomesso. Esamino anche eventuali offerte di registratori e invertitori a transistors o a vibratore, purchè a prezzi di vera occasione. In caso di offerte dettagliare le condizioni degli apparecchi. Indirizzare a: Caforio Cosimo, Via Rattazzi, 108 - Monopoli (Bari).

64-549 - ACQUISTO CONTANTI apparecchi telefonici da campo, centralini. Inviare offerte, specificando modello, quantità ed esatto stato. Cerco anche filo telefonico in acciaio surplus. Indirizzare a: Prof. Angelo Casadio, Piazza Molinella, 3 - Faenza (RA).

64-550 - OSCILLATORE AUDIO, frequenza da 20 Hz a 12.000 Hz variabile con un solo controllo, ottimo per il controllo di amplificatori HI-FI e come oscillofono per imparare l'alfabeto Morse, alimentazione sia a 220 volt c.a. sia a 6 volt c.c. Esecuzione del montaggio in contenitore metallico elegante e robusto, completo di schema elettrico e istruzioni per l'uso vendo a L. 6.000 comprese spese postali. Pagamento anticipato a mezzo vaglia o assegno bancario. Sono disposto anche a cambiare con materiale elettronico o fotografico di mio gradimento. Vendo inoltre contagiri meccanico a 5 cifre L. 150, transistor 2N139 e OC75 L. 200 cad. OC30 L. 600, altop. per transistor, magnete ad alto flusso, cm. 7,5 L. 700. Pagamento anticip. (aggiungere L. 100 per s. p.; per importi superiori a L. 1.000 spese post. gratis). Indirizzare a: Querzoli Rodolfo, Via Nizza, 81 - Torino.

64-551 - ANZIANO, CAUSA infermità, vende un amplificatore alta fedeltà 3W uscita, autocostruito, L. 10.000. Un mandrino tornio meccanico montato su cuscinetti conici, 40 kg. circa, autocostruito, adatto per legno, ferro, marmo ecc., cedo per L. 15.000. Un proiettore cinema 35 mm (Victoria) consistente solo gruppo meccanico (avanzamento film) otturatore anteriore e senza obiettivo, cedo per L. 15.000. Indirizzare a: Di Marco Mario, Via Pantaleoni, 33 - S. Vito al Tagliamento (Udine)

64-552 - OCCASIONE VENDO catalogo generale G.B.C. a L. 700 (L. 2.000) - Tubo oscilloscopico FIVRE 3" 906 P4 assolutamente nuovo a L. 4.200. Indirizzare a: Romani Alberto, V. Cairoli, 34 Pesaro.

64-553 - SISTEMA A - N. 9-10-11-12 1960; N. 7-9-11 1961, N. 2-5-8 1964. - Sistema pratico N. 9 1960, N. 5-6-8-9 1964 - Costruire Diverte N. 6 1961 - Settimana elettronica N. 13-14 1962, N. 4-5 1963 - La scienza illustrata N. 9 1955 - La tecnica illustrata N. 8 1960 - Cambio adeguatamente con le riviste: Sistema pratico dal N. 17 luglio 1962 al

N. 1 maggio 1963 esclusi - Costruire Diverte N. 7-11-12 1961, N. 2-3-4-5 1962, oppure con transistor di potenza. Indirizzare a: Massarone Anselmo, Fontana Liri S. (Frosinone).

64-554 - RADIOTELEFONI « MARINER » di eccezionali caratteristiche tecniche, a transistors, per una portata di oltre 10 km in fonia e di 20 km in telegrafia. Circuito di grande efficienza impiegante 9+2 transistor, dei quali due MESA di grande potenza, dispositivo Squelch e Noise-limiter regolabili, ricevitore supersensibile, trasmittente a portante controllata su: 144 MHz, antenna retrattile a stilo di 49 cm tascabili compatti sicuri, BF in controfase, tasto parla-ascolta, tasto incorporato per trasmissione in codice, volume, realizzazione completa su circuito stampato, bobine in argento, nessuna taratura!!! Scatola di facilissimo montaggio solo L. 19.500 cadauna, la coppia solo Lire 38.000!!! Indirizzare a: Renzo Viario, Via S. Lucia, 16 - Padova.

64-555 - PERMUTO SQUADRO graduato movimento micrometrico, bussola e bolla incorporata, nuovo, in custodia legno; con tester di marca 20.000 ohm/volt pari condizioni. Eseguo circuiti stampati a modici prezzi. Indirizzare a: Balzi Luciano, Via Carbonia, 3 - Milano.

64-556 - VIDICON R.C.A. 6198, risoluzione a 600 linee, usato ma efficientissimo cedo al miglior offerente assieme ad obbiettivo per detto: Cinor 1 : 1,5 F 25 mm. Oppure cambio con registratore professionale o ingranditore fotografico capace di elevate prestazioni. Indirizzare a: Valle Giovanni, Via Briscata, 8/7 - Genova Sestri P.

64-557 - CERCO TRASMETTITORE occasione, almeno 150 W, eccellentissime condizioni, possibilmente con schema, 10, 11, 15, 20, 40, 80 metri. Indirizzare a: Elio Agostini, i1AGO, Via L. Mancinelli, 1 - Roma, tel. 838.62.89.

64-558 - FUTURA SCIENZA offre: 2xOC74 in cambio di 2N706; cerca quarzi 29,5 MHz ottimo stato (prega di non imbrogliare) e cambia con le seguenti valvole **nuove:** 6AU6, 6AQ5, 6AQ5 (usata buona) 6SN7 GT, 1629: Cerco anche trasf. nuovo prim. univ. sec. 25+25 V 2A e condensatori 1000 μF 15-12 VL. Indirizzare a: Emanuele Bianchi, Via D. Chiesa, 15 - Poggio Rusco (Mantova).

64-559 - VENDO RIVISTE « Sistema Pratico » e « Sistema A » annate 1955-1961 in ottimo stato. Indirizzare a: Giorgio Terenzi, Via Virgilio, 39 - Pesaro.

64-560 - STAZIONE COMPLETA ricevente cedesi. Detta stazione è composta da: 1 convertitore per gamme radiantistiche con alimentazione entro contenuta e stabilizzata, costruito con gruppo Geloso in un ampio telaio con abbondante spazio per montaggio di una eventuale seconda conversione. Su questo telaio vi è anche l'S-meter collegato con la seconda conversione, composta da un ricevitore Safar 772 m che può essere usato anche separatamente, tramite commutatore di antenna posto sul convertitore, per ascoltare tutte le onde da 4000 a 15 metri a copertura continua. Detto ricevitore, munito di un formidabile sistema di sintonia a vite senza fine, con demoltiplica 1/80 è, come il convertitore, verniciato, in smeraldo martellato. Detta stazione, di ottima sensibilità e selettività e perfettamente tarata, viene venduta, completa di altoparlante, a L. 50.000. Indirizzare a: Luca Cerri, Via Cambiasi, 9 - Milano.

64-561 - OCCASIONE ROTAIE treno elettrico Märklin nuove vendesi: 51 diritte, 33 tonde, più un paio di scambi a mano. Il tutto L. 10.000. Vendesi inoltre motorino Cook 1 cm³ per aereomodelli glow L. 3.000. Elegante cassetta acustica HI FI con altoparlante di 20 cm di diametro, imbottita internamente per una migliore fedeltà, di riproduzione L. 5.000. Indirizzare a: Luca Cerri, Via Cambiasi, 9 - Milano.

64-562 - CERCO STRUMENTI da 1 mA o meno. Vendo al miglior offerente supereterodina Elettra 6 valvole più occhio magico, con mobile, due altoparlanti e aggiunta presa magnetofono; MA-MF. Supereterodina Elettra 7 transistori con mobiletto. Due motori per giradischi 78 giri 125 volt americani, impedenze ceramica 70 microH nuove, connettore BNC femmina. Supereterodina Siemens S 521. Annata 1959 di Sistema Pratico e 1960 di Sistema A, i primi 36 n. di Carriere e i primi 11 di Historia. Prendo in considerazione anche offerte per un ingranditore Patui dal Leica al 6 x 9 con o senza obbiettivo Schneider Compnar 50 mm. 1 : 4. Acquisterei filtri in gelatina per stampa a colori Ferrania o Agfa completi e con cassetta. Indirizzare a: Carlon Osvaldo, Cannaregio 4588 Venezia.

64-563 - CERCO RICEVITORE professionale per bande amatori purchè perfettamente funzionante e in ottime condizioni. Pregasi specificare dettagliatamente caratteristiche e anno di fabbricazione. Indirizzare a: Luigi Menghi, Via Dante, 53 - Cagliari.

64-564 - OCCASIONE VENDO come nuovo ricevitore Geloso 207 c.r. modificato con doppia conversione di frequenza e gruppo AF Geloso efficientissimo - circuiti controllati a cristallo - stabilità assoluta - gamme 10-11-15-20-40-80 m - calibratore 100 kHz - ricezione AM-SSB-CW - rivelatore a diodo e prodotto per SSB - limitatore dei disturbi veramente efficace - 14 valvole più alimentatrice e stabilivolt - alimentazione 120-220 volt offresi lire 90.000 (escluso altoparlante). Indirizzare a: Russo Alfredo, Piazza della Vittoria 15/5 - Genova.

64-565 - CESSATA ATTIVITA' vendo RX auto costruito 144 MHz e aviazione; piatto giradischi RECORD seminuovo 4 velocità completo motore e testina; transistor Sonny 7tr non funzionante; variabili diverse capacità; commutatori completi di bobine OM.OC.F.; gruppo Magnadyne completo variabili commutatori bobine e zoccolo valvola; valvole usate diversi tipi; 1 microtelefono funzionante con spina originale; 1 gruppo TV canali VHF Magnadyne; 2 gioghi deflessione; 1 trasformatore EAT non provato; RX Europhon non funzionante portatile; medie frequenze; 1 scatola condensatori e resistenze usate; RX a diodo ecc. Prezzi a richiesta inviare bollo per risposta. Indirizzare a: Giovanni Gavinelli, Via C. Boniperti, 36 - Momo (Novara).

64-566 - ATTENZIONE ATTENZIONE cedo molte riviste per circa 15 kg (riviste elettronica), una fonovaligia nuova, un complesso giradischi semiprofessionale (solo piastra) Mod/AG 2009 Stereo con testina di ricambio Altoparlante Philips Mod/9710M nuovo, un trasformatore Acrosound originale U.S.A. ultralineare per valvole EL84 risposta a 14 W da 20 Hz a 20 kHz. Due trasformatori alimentazione potenza W 100 primario universale secondario 300/300 V 5 V 6 V. Molti condensatori variabili professionali, un saldatore a pistola IPA rapid, altoparlante 370M/M frequenza di risonanza 46 Hz, 15 W. Detto materiale lo vendo a singoli pezzi oppure lo permuto con qualsiasi libro di radiotecnica o elettronica o strumenti di laboratorio non autocostruiti, inoltre sono disposto ad acquistare qualsiasi strumento da laboratorio, cerco in particolar modo Tester I.C.E. mod/680 c. Indirizzare a: All.vo 72-5025, Fagotti Sandro, Via Fontevecchia, 2 - Foligno - S. Eraclio (Perugia).

64-567 - ACQUISTO RICEVITORE professionale, o di ottima costruzione (anche se casalinga) purchè soddisfi alle seguenti richieste: a) ottimo funzionamento esente da ogni disturbo soprattutto negli stadi di rivelazione, A.F. e M.F.; b) ricezione agevole su numerose bande di O.M. e O.C.; c) schema e componenti elettrici facilmente reperibili in commercio. Prendo in considerazione tutte le offerte (di qualsiasi prezzo) e rispondo a quanti mi scriveranno entro il 15 dicembre. Indirizzare a: Maurizio Piatto, Via C. Beccaria, 96 - Marghera - Venezia.

64-568 - OSCILLOSCOPIO CONTROLLO modulazione sia propria che del corrispondente; stadio amplif. a 455 kHz ingresso MF del ricevitore; bobina sintonizzabile su tutte le gamme radiantistiche con accoppiam. al trasm. a mezzo link, con variabile; inoltre l'asse Y è amplif. e presenta una banda passante fino a 2 Mc entro 3 dB, per provare la risposta di amplif. Hi Fi o della MF di ricev.; tubi impiegati: 6C4 stabilizzata con OA2; PL2D21; 12AX7; 6X4; 5Y3; tubo RC 2CP1 General Electric, schermato; controlli: fuoco, luminosità, guadagno asse Y, ampiezza orizzontale, centratura orizz. e vert., base dei tempi; in scatola metallica verniciata a fuoco in nero, da cui è estraibile tipo rack; presa RF in amphenol; cedo completo alimentatore con tubi nuovi L. 30.000, oppure cambio con AN/APX6. Indirizzare a: Giuseppe Spinelli, V. Rivoli 12/9 - Genova.

64-569 - COMPRO ALTOPARLANTE «woofer» per bassi, campo di frequenza 40-5000, diametro 30-40 cm, ad alta fedeltà. Eventualmente cambio con materiale elettronico vario. È indispensabile che sia ad alta fedeltà e in ottime condizioni di funzionamento, potenza 8-10 W. Esamino anche proposte per altoparlanti a larga banda; 40-18000 Hz. Specificare marca e sigla. Indirizzare a: Salvatore Grande, Via C. Battisti, n. 251 - Messina.

64-570 - WONDERFUL: cedesi survoltore a vibratore originale GELBYSON, ingresso 12 V (positivo o negativo a massa!!) uscita 120 V, 250 W (duecentocinquanta!,!) 50 Hz esatti e invariabili sotto qualsiasi condizione di carico e tensione all'ingresso. Sperimentato, ottimo per radio, grandi registratori, tv. etc. Perfetto, come nuovo L. 30.000. Indirizzare a: Emilio Martelli, Corso Sebastopoli, 228 - Torino.

64-571 - CERCO seguenti apparecchi: APA-10. Strumenti indicatori, antenne, dynamotor, per radar altimetro APN-1X. APS-27. APT-5. ARB. ARC-4. ARR-2. APX6. AS-81/GR. AVT-112A. MKII ZC1. WS21. TR7. BC603. BC640. Piccolo alternatore con potenza compresa tra 400 watt e 3.000 watt. Indirizzare a: Gioia Luigi **it1 ALA**, Via Vasile, 4 - Castellammare del Golfo (Trapani).

64-572 - RICETRASMETTITORE WS21 anglo canadese 25 watt 2 bande 4,5-7,5 e 19-31 MHz doppia conversione. Tx con emissioni in A1, A2, A3. Completo tasto microfono cuffia. Undici valvole, funzionamento sia a rete luce che a vibratore 6 Vcc. Schema elettrico e ragguagli per il funzionamento, strumento per filamenti e carico antenna. Comando stazione a distanza, tre relais,

bobine PA argentate su ceramica, limiter, BFO, isoonda, numerosi accordi, cofano contenitore, completissimo, peso circa 25 kg, dimensioni 50 per 25 per 25. Presa telefonica a grande distanza. Ricevitore supereterodina. Allargatore di banda con variazione di frequenza di 5 kc/s. Con trasformatore per alimentazione rete luce e cavi di collegamento a lire 30.000 compreso imballo ma franco Genova. Indirizzare a: R.T. Sergio Musante, Via Santarosa 51/3 - Genova-Quinto.

64-573 - RICETRASMETTITORE WS38MK3 completo delle seguenti parti: valvole una ATP4 e quattro ARP12. Microtelefono completo di capsule cordone spinotto. Antenna a stilo 10 elementi = 3 metri. Telecomando flessibile di un metro per commutazione Tx-Rx spento. Contenitore originale impermeabile robustissimo in alluminio. Schema elettrico e ragguagli per il funzionamento. Rx sensibilissimo, Tx 6 watt fonia, dimensini 25 per 17 per 11. Alimentatore per rete luce autocostruito completo trasformatore raddrizzatore prese strumento 40 volt fondo scala e potenziometro a filo per filamenti, erogante 180 Vcc e 3 Vcc. Il tutto assicurato come nuovo, perfettamente funzionante e tarato, compreso imballo lire 25.000. Indirizzare a: R.T. Sergio Musante, Via Santarosa 51/3 - Genova-Quinto.

64-574 - OCCASIONE!!! Vendo materiale ferromodellistico Rivarossi comprendente, locomotive, vagoni, scambi, linea aerea, trasformatore, molte rotaie curve e dritte con alcuni incroci, ecc. Inoltre posseggo un locomotore, molti binari e vagoni Lima. Detto materiale ha un valore di circa L. 70.000 e lo cedo al migliore offerente. Indirizzare offerte, o scrivere per accordi o informazioni, anche di singoli pezzi a: Damino Michele, Vicolo Nuovo, 2 - Palmanova (Udine).

64-575 - AMPLIFICATORE B.F. da 8 watt, di ottima qualità, autocostruito, mai usato se non per prove preliminari e di responso, vendo al prezzo di lire 10.000. Costruito su schema americano, impiega due ECL86, trasformatore d'uscita Philips PK 50811, ed è munito di selettore d'entrata e controlli di tono e volume. È montato su telaio in ferro verniciato G.B.C. 0/944, il quale anteriormente sostiene un pannello in plexiglass grigio recante scritte, scale e manopole dei comandi, nonchè interruttore rete e lampadina spia. Indirizzare a: Giorgio Terenzi, Via Virgilio, 39 - Pesaro.

64-576 - ACQUISTO: se vere occasioni il seguente materiale: Frequenzimetro BC221 completo di valvole, quarzo, anche senza alimentatore; ma che non sia manomesso. Gruppi Geloso 2610-2620 con o senza valvole, ottimo stato. Accetto offerte di apparecchi radio professionali e di materiale radioelettrico. Pagamento in contanti. Biaritz Giuseppe, Carpeneta-Farigliano (Cuneo).

64-577 - MARKLIN CEDO, causa realizzo, complesso costituito da: trasformatore di alimentazione; quadro comando servizi; tre motrici di cui una facente parte di un treno diesel (motrice più 3 vagoni) svariati vagoni passeggeri e merci; numeroso materiale rotabile tra cui 4 scambi elettromagnetici comandabili a distanza da quadro; ponte doppia arcata con relativi piloni; segnale semaforico automatico e comandabile da quadro; dispositivo automatico di sganciamento fornito di apposito palo luminoso comandabile da quadro. Tutto il materiale è di recente costruzione e pochissimo usato. Cedo miglior offerente, (offerta minima lire 50.000). Cedo anche tavola per detto (cm 250 x 150) L. 5.000. Indirizzare a: Pietro D'Orazi, Via Sorano, 6 (4° miglio) - Roma.

64-578 - RADIOTELEFONI PROFESSIONALI marca « IRIS-RADIO » tipo TELEKIT IV ottimo stato funzionanti lire 40.000 - Radio transistors G.B.C. nuova priva mobiletto L. 4.000 - Radio «EMERSON» a valvole tipo « trousse » lire 6.000 - 50 valvole differenti inscatolate nuove per radio T.V. L. 20.000 - Costruire Diverte 25 numeri 1961-1964, L. 5.000 - Radiorama 86 numeri 1956-1964 L. 10.000 - Selezione di Tecnica Radio T.V. 40 numeri 1957-1964 Lire 10.000 - Sistema Pratico 20 numeri 1959-1964 L. 4.000 - Tecnica Pratica 25 numeri 1962-1964 L. 4.000 - Alta Fedeltà 35 numeri 1957-1961 L. 8.000 - L'Antenna 48 numeri 1952-1964 L. 15.000 - Radio e Televisione 13 numeri 1954-1964 L. 2.000 - Radio Industria 37 numeri 1957-1964 L. 10.000 - Blocco riviste L. 50.000. Indirizzare a: Spaziani Silvano, Via Livorno, 58 - Roma.

64-579 - RIVAROSSI-FLEISHMANN impianto ferroviario HO-5 locomotive, vagoni illuminati, carri merci, 2 trasformatori di grande potenza, rotaie, scambi e segnali automatici, linea aerea, automatismi vari ecc. tutto veramente come nuovo, valore listino L. 120.000, vendo a L. 70.000, oppure cambio con fotocamera Exacta o con ricevitore professionale (Hallicrafters SX140 - Mosley CM1 - Geloso G4/214) in perfette condizioni eventualmente conguagliando. Indirizzare a: Guido Di Blasio, Largo dei Colli Albani, 39 - Roma.

64-580 - LABORATORIO CHIMICO dilettantistico cedesi completo reagentario, vetrerie, supporti. Bancone, armadio e mensole, passibili di altri usi cedonsi anche separati. Indirizzare a: Turati Fabio, Via Pirelli, 30 - Milano, telefono 65.22.89.

64-581 - VENDO TRENINO elettrico Lima Express buone condizioni, completo di numerosi accessori. Trasformatore 220 volt, 30 binari, 8 vagoni, 3 locomotori, 2 cambi e un incrocio. Prezzo da stabilirsi. Indirizzare a: Robiglio Roberto, Via Argonauti 5-13 - Genova-Sturla.

64-582 - VENDO 2 radiotelefoni 38MK funzionanti completi valvole antenne cuffie microfoni e schema, senza batterie. O cambio con tester e registratore specificare condizioni e marca. Indirizzare a: Lazzeri Paolo, Via delle Selve, 37 - Lastra a Signa (Firenze).

64-583 - OCCASIONE - vendo registratore a transistor, ancora nel suo imballaggio originale completo di micro con commutatore, e auriculare, e bobina, come nuovo L. 16.000, oscillatore « Leal » come nuovo mod. 612, Lire 15.000, BC 611 funzionante L. 15.000, TX autocostruito 40 W. Gamme di lavoro 15-20-40 metri modulato di placca e griglia schermo 100 % AM e CW L. 15.000 escluso il solo alimentatore. Posso fornire anche alimentatore. Vende inoltre tester S.R.E. L. 3.000; provavalvole S.R.E. L. 6.000. Corso S.R.E. lezioni 30 L. 5.000, N. 30 riviste varie radio ed elettronica L. 2.000. Strumento aeronautica 0,2 mA+0,2 mA L. 1.100, assortimento valvole nuove ed usate ma sempre efficienti n. 10 L. 2.000, 6DQ6-A nuove a L. 500 cadauna. Indirizzare a: Manna Mario, Via Torre Alta n. 26-E - Cosenza.

64-584 - VENDO ricevitore BC-348 A completo di alimentatore entrocontenuto, tarato e funzionante, copertura continua da 1,5 a 18 Mc in 5 gamme. Vendo inoltre ricevitore BC-455 completo di alimentatore separato, controllo di volume e presa jack Geloso per cuffia o altoparlante, tarato funzionante. Indirizzare a: i1-11320, Vulpetti Giuseppe, Via G. Marconi, 174 - Trapani.

64-585 RICEVITORE A TRANSISTOR vendo, 6+1 transistor, 0,3 watt d'uscita, mobiletto del ricevitore « Corbetta Highvox », sensibilissimo (impiega 3 transistor « drift »). Con auricolare Lire 9.500. Amplificatore a 4 transistor GBC TR114, potenza 0,8 watt, L. 4.000. Tutto nuovo e spese postali comprese. Pagamento a mezzo vaglia anticipato. Indirizzare a: Geom. Ermanno Larnè Viale Cembrano 19a/12 - Genova.

64-586 - VENDO radiotelefono tipo 58MK1 che copre da 6 a 9 Mc/s completo delle parti vitali e valvole privo di alimentazione L. 10.000. Macchina fotografica Agfa tipo Karat 12 con obiettivo Karat-Xenar 1 : 2,8/50, telemetro incorporato, con caricatori di riserva a sole L. 10.000. Indirizzare a: Della Fornace Valerio, Via Anxur, 95 - Terracina (Latina).

64-587 - TRIS di WS 88, 4 canali quarzati lavorano in modulazione di frequenza da 39,70 Mc/s a 38,01 Mc/s; L. 30.000 cad. completo di 14 valvole originali, antenna, microtelefono; Lire 75.000 per il set completo di 3 radiotelefoni. Coppia BC 1000. Modulazione di frequenza, completi di 18 valvole cad. antenne, microtelefoni, L. 60.000 la coppia. Coppia BC 611 perfettamente nuovi, L. 70.000. Coppia radiotelefoni 38 MKII, completi antenne microtelefoni, valvole, L. 35.000. S'intende che le suddette coppie di radiotelefoni sono tutte perfettamente funzionanti e tarate e vengono vendute comprese spese di imballo e porto in contrassegno. Indirizzare a: Siccardi Dario, Via Accinelli, 3 - Genova.

64-588 - ISTITUTO MANFREDINI di Mestre. Mi interessa poter entrare in comunicazione con un alunno che frequenti la sezione: « elettronica industriale » del suddetto Istituto. Ringrazio in anticipo chi vorrà rispondermi. Indirizzare a: Gino Bacella, Via Palazzina, 10 - Carrara S. Giorgio - Padova.

64-589 - RICEVITORE TEDESCO tipo Mw.E.c., completo valvole RV12P2000, ottime condizioni, vendo o cambio. Cedo inoltre frequenzimetro tipo 1-130-A (Signal Corps), completo valvole 9003, ottime condizioni, frequenza 100-156 MHz, professionale, e scatola oscilloscopio 3" verniciata e forata. Indirizzare a: Vittorio Faccio, Viale Regina Giovanna, 41 - Milano.

64-590 - CEDO materiale radio in cambio di francobolli per collezione. Indirizzare a: Lenti, Via Ponza, 11/28 - Genova.

64-591 - SERIA OCCASIONE privato vende prezzo irrisorio assolutamente non trattabile: 1 registratore Grundig Niki transistor quasi nuovo, perfetto L. 24.000. 1 registatore Geloso 255-S ottimo completo acc. L. 12.000. Una radio Sony Tr 710 OM-OC in buono stato efficiente L. 7.000. Una radio Sony 12 transistor OM-Mod. di frequenza; vero gioiello, perfetta, presentazione elegantissima L. 20.000. Una coppia radiotelefoni Raystar-GBC come nuovi L. 14.000. Ogni apparecchio garantisco al compratore. Scrivere a Claudio Colagrande, Via Archimede, 129 Roma (feriali ore pasti tel. 80.40.20).

Scambio di cortesia e collaborazione tra tutti i Lettori e la rivista

Chi invia una inserzione è vivamente pregato di compilare le semplici risposte al nostro referendum.

RIVISTA N. 12

Età ....

Progetti preferiti: impegnativi ☐ di normale esecuzione ☐ per dilettanti ☐ per principianti ☐

Lettore abituale di C.D. SI NO [fare × su risposta]

Articoli e rubriche graditi ....

....

Articoli e rubriche non interessanti o sgraditi ....

....

Attività, professione o qualifica: studente ☐, operaio ☐, impiegato ☐, libero professionista ☐, commerciante ☐, ... Eventuale titolo di studio ....

Richiesta di inserzione ⁘ offerte e richieste ⁘

Vi prego di voler pubblicare la presente inserzione gratuita. Dichiaro di avere preso visione delle sottoriportate norme e mi assumo a termini di legge ogni responsabilità collegata a denuncia da parte di terzi vittime di inadempienze o truffe relative alla inserzione medesima.

casella riservata alla Rivista
data di ricevimento
numero

(firma dell'Inserzionista)

Tagliare qui

★ ....

....

....

....

....

....

....

Indirizzare a : ....

....

Norme relative al servizio ⁘ offerte e richieste ⁘

1. - Il servizio Offerte e Richieste è **gratuito** pertanto è destinato ai soli Lettori che effettuano inserzioni **non a carattere commerciale.**
   Le inserzioni a carattere commerciale sottostanno alle nostre normali tariffe pubblicitarie.
2. - La Rivista pubblica avvisi di qualunque Lettore, purché il suo nominativo non abbia dato luogo a lamentele per precedenti inadempienze; nessun commento accompagnatorio del modulo è necessario: professione di fedeltà alla Rivista, promesse di abbonamento, raccomandazioni, elogi, saluti, sono **inutili** in questo servizio.
3. - Al fine di semplificare la procedura, si pubblica il presente modulo RICHIESTA DI INSERZIONE « OFFERTE E RICHIESTE ». Gli inserzionisti sono tenuti a staccare detto foglio dalla Rivista e disporre il testo a partire dall'★.
4. - L'inserzionista scriverà in lettere **MAIUSCOLE** solo le prime due parole del testo, in lettere minuscole (e maiuscole secondo le regole grammaticali) tutto il rimanente.
5. - L'inserzione deve essere compilata a macchina: in mancanza o indisponibilità di essa sono accettati moduli compilati a mano, purché rispettino il punto 4.
6. - I moduli vanno inviati a: **Costruire Diverte**, servizio Offerte e Richieste, **via Boldrini, 22 BOLOGNA.**

Le inserzioni che si discosteranno dalle norme sopra riportate saranno cestinate.

per 3.100 lire avrete un 1/2 ricetrasmettitore

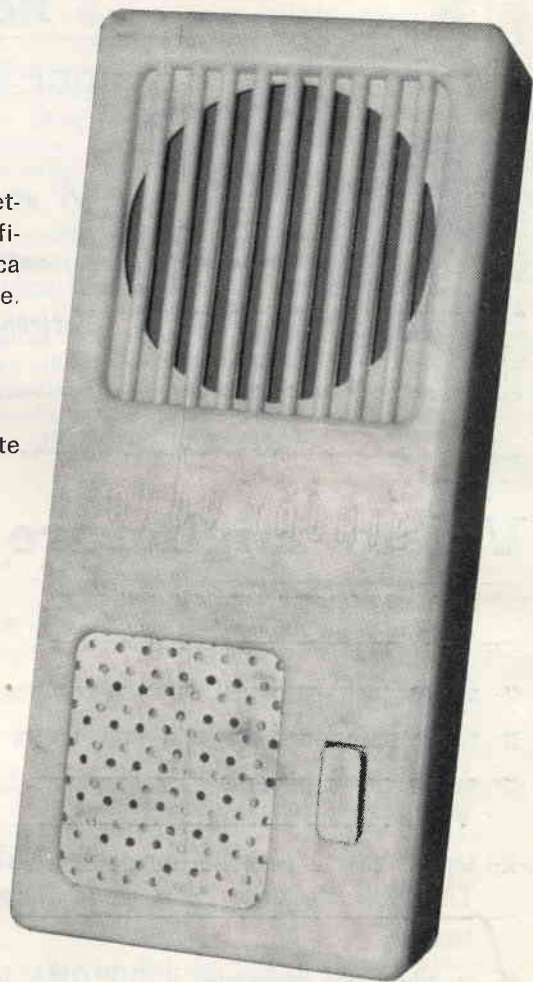
* Anche Voi avrete deciso di costruirVi un ricetrasmettitore a transistor, e anche Voi avrete trovato difficoltà a rintracciare un elegante mobiletto in plastica completo di finestra per il microfono e altoparlante.

* NOI ABBIAMO QUELLO CHE DESIDERATE

e con 3.100 lire,
riceverete assieme al mobiletto completo di pulsante di chiamata

1 altoparlante magnetico
1 microfono a carbone
1 transistor BF

* NON DIMENTICATELO

e cercate di procurare ora, quanto Vi servirà domani.

NOTA - Questi HANDY TALKIE funzionano con INTERFONI senza nessun altro collegamento.
DISPONIAMO INOLTRE di QUARZI e altro materiale per ricetrasmettitori.

Scriveteci a ESTERO-IMPORT, casella postale 735 - Bologna richiedendoci il mobiletto completo di accessori per

HANDY TALKIE

TRASMETTITORI - ECCITATORI **L. E. A.**

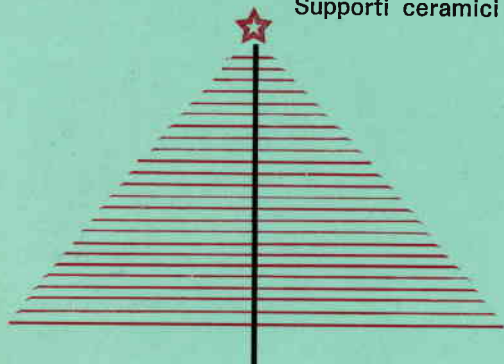
Gamma 144-146 MHz - Adatto a pilotare valvole tipo 832, 829, QQEO6/40 ecc. - Xtal da 8000 a 8111 kHz - ECF80 - EL84 - QQEO3/12

Modello AT 200 - Prezzo netto (più spese postali) escluso valvole e quarzo. **L. 6.000**

Gamma 432-436 MHz - ECF80 - EL84 - QQEO3/12 - Adatto a pilotare valvole tipo QQEO4/5, QQEO3/20 ecc. - 2 W d'uscita - Xtal da 8000 a 8111 kHz.

Modello AT 70 - Prezzo netto (più spese postali) escluso valvole e quarzo. **L. 6.500**

ZOCCOLI CERAMICI con piedini dorati

Noval **L. 125** Miniatura **L. 125**
Per tubi trasmittenti tipo QQEO6/40 e simili (832A-829B) **L. 1.100**
Clips argentati con bandella di collegamento per tubi QQEO3/20 - QQEO6/40 **L. 450**
Supporti ceramici a 10 contatti **L. 160**

auguri per il

1965

73's and DX's

CONDENSATORI VARIABILI

6,4 pF 500 V.L. split. stator, per placche QQEO3/12 **L. 1.900**
Trimmer ad aria 25 pF 500 V.L. - bloccaggio con dado al telaio tipo chiocciola professionale **L. 490**
Compensatori ceramici circolari 6-30 pF - 6-60 pF **L. 180**

FERRITI PER INVERTITORI DC-DC TIPO AD E

M.42/3E per potenze fino a 40 watt complete di supporto **L. 800**
M65/3E per potenze fino a 150 W (4 pezzi) **L. 4.000**

TRANSISTORI PROFESSIONALI PER VHF E UHF

AFZ12 (Philips amplif. VHF) **L. 2.430**
GM290 (Texas I. amplif. VHF e UHF) **L. 2.750**

IN VENDITA DA:

gianni vecchietti i1VH

VIA DELLA GRADA, 2 - BOLOGNA - TEL. 23.20.25

TRANSISTORI PROFESSIONALI PER TRASMISSIONE VHF E UHF

2N2218 (3 W dissip. a 250 Mc f.t.) **L. 6.500**
AFY19 (1,5 W dissip. a 300 Mc f.t.) **L. 3.080**
2N706 (0,5 W dissip. a 400 Mc f.t.) **L. 880**
2N708 (0,5 W dissip. a 450 Mc f.t.) **L. 1.280**

DIODI RADDRIZZATORI DI POTENZA 15 A - 150 V - VIP.

BYY 20/21 **L. 750** - Supporti raffreddanti per BYY 20/21 **L. 195**

Non si accettano assegni di c/c bancario. Pagamento in contrassegno L. 300 in più. Per richiesta di cataloghi allegare L. 100 in francobolli specificare il materiale interessato.

SM/2008

480

SCATOLA DI MONTAGGIO PER UN TELEVISORE DA 23" REPERIBILE PRESSO TUTTE LE SEDI G. B. C.

MATERIALE COMPLETO DI VALVOLE E TRANSISTORI LIRE 69.500

MOBILE COMPLETO DI FRONTALE, RETRO ED IMBALLO LIRE 15.500

CINESCOPIO A 59-11 W AUTOPROTETTO A VISIONE DIRETTA LIRE 19.800

MILAN - LONDON - NEW YORK